మోనోగ్రాఫ్ - 55

భూ విజ్ఞానశాస్త్రము

ఖనిజాన్వేషణ పద్ధతులు

రచయిత

స్వర్గీయ డాకర్ సి. బొగ్రేశ్వర రావు, ఎమ్.ఎస్‌సి; డి.ఎస్‌సి. సి.యస్.సి

(మాస్కో) డైరెక్టర్ ఆంధ్రా యూనివర్సిటీ ప్రెస్, పబ్లికేషన్స్

ఆంధ్ర విశ్వకళా పరిషత్తు, వాల్తేరు

సంపాదకుడు

ఆచార్య ఎ. శ్రీరామదాస్, ఎమ్.ఎస్‌సి; ఎ.ఎమ్ (హార్వర్డ్);

పిహెచ్.డి. (హార్వర్డ్)

ప్రిన్సిపాల్, యూనివర్సిటి కాలేజి ఆఫ్ సైన్స్, టెక్నాలజి.

ఆంధ్ర విశ్వకళా పరిషత్తు, వాల్తేరు.



తెలుగు అకాడమి

హైదరాబాదు

1984

monograph : khanijaanveeshana paddhatulu(Mineral Prospecting Methods) Authors Late Dr. C. Borreswara Rao, Editor; Prof. A.Srirama Das. First Edition. 1984 pp. iv + 136

First Edition, 1984
Copies: 1000

Published by TELUGU AKADEMI, Hyderabad-29 (Andhra Pradesh) under the Centrally Sponsored Scheme of Production of Books and Literature in Regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

Price ; Rs. 10-00

Printed in India
Text at Prasad Printers, M. C. H. 27, Esamia Bazar, Hyd.
Cover at Anupama Printers, Hyderabad-500028
Andhra Pradesh.

భూమిక

తెలుగు అకాడమి ఇంతవరకు ఇంటర్మీడియట్ స్థాయిలో పాఠ గ్రంథాలను, డిగ్రీస్థాయిలో పఠనీయ గ్రంథాలను 300 పైగా ప్రచురించింది. శాస్త్రగ్రంథ ప్రచురణలో ఇది మొదటిదశ. రెండోదశలో కొన్ని ప్రామాణిక గ్రంథాలకు అనువాదాలను, ఆయా శాస్త్రాంశాలమీద వాటివాటి ప్రాముఖ్యాన్ని పురస్కరించుకొని కొన్ని మోనోగ్రాఫ్‌లను ప్రచురించదలచింది.

ఇందువల్ల విద్యార్థులకూ, ఉపాధ్యాయులకూ పాఠ్యగ్రంథాలేకాక ఆయా పాఠ్యాంశాలమీద విస్తృతాధ్యయనానికి సహాయపడే విషయ ప్రధాన రచనలుకూడా లభిస్తాయి. అంతేకాదు ఉన్నత విద్యాబోధన భాషగా తెలుగు సుప్రతిష్ఠితమై తెలుగు అకాడమి పాత్ర మరింత సుసంపన్నం కాగలదు.

విశ్వవిద్యాలయస్థాయిలో శాస్త్ర గ్రంథ ప్రచురణ చేపట్టిన ఈ రెండో దశలో "మోనోగ్రాఫ్" అనే పేరిట ప్రచురితమవుతున్న గ్రంథాలలో ఇది ఒకటి. (చిత్రకారునకు, ముఖచిత్ర రచయితకు ఈ గ్రంథ ప్రచురణ లో మాకు తోడ్పడినందుకు మాకృతజ్ఞతలు).

గుణగ్రహణ పారీణులయిన పాఠకులు ఈ గ్రంథాన్ని అభిమానించి ఆదరిస్తారని ఆశిస్తున్నాము. సహృదయ విమర్శకులు ఇచ్చే సూచనలను పునర్ముద్రణలో తప్పక పరిశీలించగలము.

విషయ సూచిక

పరిచయము

మానవుడు అనాది నుంచి ప్రకృతి సంపదను తన శ్రేయస్సుకు వినియోగించుకోవడం మొదలు పెట్టినాడు. అటువంటి ప్రకృతి సంపదలో ఖనిజాలు అతి ముఖ్యమైనవి నాగరకతాభివృద్ధితోబాటు ఖనిజాల వాడుక కూడా వృద్ధి చెందినవి. ముఖ్యంగా ద్వితీయ ప్రపంచ సంగ్రామం తరవాత వీటి ఉత్పత్తి వాడుక అంతకు ముందెన్నడూ లేని ప్రమాణంలో ఉన్నాయి. ఖనిజాల వాడుకను ఎక్కువ చేసేముందు ప్రపంచ పౌరులుగా మనము ఆలోచించవలసినది, జ్ఞాపకముంచుకోవలసినది ఒక్కటే: ఖనిజాలు వ్యవసాయ వస్తువులవలె ప్రతి సంవత్సరం పండే పంట కాదు. భూమినుంచి ఖనిజాలను మనము ఏ ప్రమాణంలో తీస్తుంటామో అవి అదే ప్రమాణంలో భూమిలో తరిగి పోతూఉంటాయి. కొంతకాలానికి ఈ ఖనిజాలు భూమిలో పూర్తిగా లోపిస్తాయి. అటువంటి పరిస్థితులలో ఖనిజాలమీద మానవుడు పూర్తిగా ఆధారపడి ఉన్నందువల్ల అతని మనుగడకు, పురోభివృద్ధికి చాలా ఆఘాతం కలుగుతుంది. ఈ విధమైన క్లిష్టపరిస్థితి కనుచూపు మేరలో ఉండగానే ఖనిజాల ఉత్పత్తిలోను, వాడుకలోను మనము చాలా జాగ్రత్త వహించవలె ఇదిగాక భూమి అంతర్భాగంలో ఏ ఏ ఖనిజాలు ఏ ప్రమాణంలో ఉన్నాయో అంచనాలు వేసుకొని మానవుని భావి శ్రేయస్సుకు,పురోగతికి అడ్డులేని మార్గాన్ని నిర్మించడం ప్రస్తుత తరం వారి బాధ్యత.

ఖనిజాన్వేషణ అనేక పద్ధతులద్వారా చేయవచ్చు. శాస్త్రపురోభివృద్ధితోబాటు ఖనిజాన్వేషణ పద్ధతులు కూడా చాలాఅభివృద్ధి చెందినాయి. ఖనిజాన్వేషణ ప్రారంభించేముందు ఈ పద్ధతులను గురించి వివరంగా తెలుసుకోవడం చాలాముఖ్యము. ఖనిజాన్వేషణ శాస్త్రీయ పద్ధతులద్వారా కాకుండా అశాస్త్రీయ పద్ధతులలో సాగించడం వృధాశ్రమే అవుతుంది.

ఖనిజాలను అయిదు ముఖ్యభాగాలుగా విభజించవచ్చు. అవి: (1) అమూల్యలోహాలు, డైమండ్‌లు (2) ఐరన్, ఐరన్‌ధాతు ఖనిజాలు. (3) మూలాధార

లోహాలు (base metals) (4) ఖనిజ ఇంధనాలు, (5) పారిశ్రామిక మూలఖనిజాలు ఈ అయిదు ఖనిజ విభాగాలు భూమిలో వివిధ రీతులలో దొరుకుతాయి. అనాదిగా మానవుడు ఈ వివిధ ఖనిజ నిక్షేపాలను చాలావరకు కాకతాళీయంగానే కనుక్కొనేవాడు. శాస్త్రవిజ్ఞానాభివృద్ధితోబాటు ఈ కాకతాళీయ పద్ధతులలోకూడా అనేక మార్పులు వచ్చినాయి. ప్రస్తుతం కొత్తఖనిజ నిక్షేపాలను ఎక్కువగా శాస్త్ర పద్ధతుల ద్వారానే కనుక్కొంటున్నారని చెప్పవచ్చు. వివిధ పారిశ్రామిక రంగాలలోను ఖనిజాల ఉపయోగము విరివిగా ఉన్న ఈవర్తమానంలో ఖనిజనిక్షేప విషయసేకరణ ఎంత త్వరగతిని సాగితే అంత శ్రేయోదాయకము. లోహఖనిజాలుగాని, అలోహ ఖనిజాలుగాని వాడుకలోలేని పరిశ్రమే లేదని చెప్పవచ్చును.

ఖనిజాన్వేషణ వివిధ పద్ధతులు :

ఖనిజాన్వేషణ ప్రప్రథమంగా కాకతాళీయంగానే జరిగేదని పైన చెప్పడం జరిగింది. రాను రాను శాస్త్రపురోభివృద్ధితోబాటు ఖనిజనిక్షేపావసరాలు కూడా ఎక్కువ అవుతూవచ్చినాయి. అందువల్ల ఈ కాకతాళీయపద్ధతులు ఖనిజనిక్షేప విషయసేకరణకు అంతఉపయుక్తాలుగా ఉండవు. శాస్త్రపురోభివృద్ధితోబాటు ఖనిజ నిక్షేపవిషయసేకరణలోకూడా మార్పులు వచ్చినాయి. ఖనిజాన్వేషణ పద్ధతులను కింది విధంగా విభజించవచ్చు. (1) భూవిజ్ఞానశాస్త్ర పద్ధతి, (2) భూ భౌతికశాస్త్ర పద్ధతి, (3) భూరసాయనిక శాస్త్రపద్ధతి. వీటిలో మొదటిది అనాది కాలంనుంచీ కూడా అనుసరణలో ఉన్నదే. ఇది భూవిజ్ఞాన శాస్త్రంతోబాటు ఎప్పటికప్పుడు దినదిన ప్రవర్ధమాన మవుతూఉంది. వివిధశిలల భౌతిక ధర్మాల నాధారంగా తీసుకొని భౌతిక శాస్త్రప్రయోగాలద్వారా నిధినిక్షేపాలను కనుక్కోవడం భూ భౌతిక శాస్త్రపద్ధతి అవుతుంది. అదేవిధంగా వివిధశిలల రసాయనిక ధర్మాల నాధారం చేసుకొని రసాయనిక శాస్త్రప్రయోగాల ద్వారా నిధినిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం భూరసాయనిక శాస్త్రపద్ధతి. ఈ మూడింటిలోను ఏ ఒక్క పద్ధతీ మిగిలిన వాటికి తీసిపోదు. భూవిజ్ఞాన శాస్త్రపద్ధతిద్వారా శిలలు పైకి కనబడే ప్రదేశంలో మానవాళికి కావలసిన ఖనిజనిక్షేపాలన్నింటిని గురించీ పరిశోధించవచ్చు. కాని భూ భౌతిక శాస్త్ర భూరసాయనిక శాస్త్రపద్ధతులు కొన్ని నిధినిక్షేపాల విషయ సేకరణకు పనికిరావు. ఈ మూడు పద్ధతులను ఒక్కుమ్మడిగా ప్రయోగించి విషయసేకరణ జరిగించడం చాలా లాభకరము. ఫలితాలు విజయవంతంగా ఉంటాయి.

శిలలు ఖనిజనిక్షేపాలు :

భూ విజ్ఞానశాస్త్రపద్ధతి ద్వారా ఖనిజనిక్షేపాన్వేషణ ఏవిధంగా ఉంటుందో తెలుసుకొనేముందు వివిధరకాలైన ఖనిజనిక్షేపాలు భూమి అంతర్భాగంలో ఏ రీతిగా ఉంటాయో తెలుసుకోవడం చాలాముఖ్యము. ఖనిజాల సముదాయమే శిల అని. ఇటువంటి శిలలలో ఖనిజవిస్తరణ ప్రకృతి ధర్మాలననుసరించి ఉంటుందని మనము గ్రహించవలె. ఈ విధంగా ప్రకృతిధర్మానుసారం విస్తరించియున్న ఖనిజాలు మూడువిధాలు : మాగ్మా సంబంధ ఖనిజ సముదాయము, అవక్షేపఖనిజ సముదాయము, రూపాంతర ప్రాప్తఖనిజ సముదాయము.

మాగ్మాసంబంధ ఖనిజ సముదాయాలు మాగ్మాటిక్ అంగవిభజనలోని వివిధ దశలలో రూపొందుతూ ఉంటాయి. కొన్ని ఖనిజాలు చాలాలోతైన మాగ్మా కోష్ఠికలో ఏర్పడతాయి. (క్రోమైట్, వజ్రాలు). కొన్ని మధ్యంతరంగా ఉపరితలానికి లోతైన మాగ్మాకోష్ఠికకు మధ్య ఏర్పడతాయి. మరికొన్ని భూమి ఉపరితలానికి సమీపంగాను ఉపరితలంమీదను ఏర్పడతాయి. ఈ మాగ్మాసంబంధ ఖనిజాలలో క్రోమైట్, వజ్రాలు, కొన్ని అరుదైన లోహఖనిజాలు చాలా లోతులోను, కొన్ని పరిస్థితులలో మాగ్మా అంతర్భాగంలోను ఏర్పడతాయి. టిన్, టాంటులమ్ నియోబియమ్ (కొలంబియమ్) మొదలైన వాటి ఖనిజాలు, టూర్మలీన్, బెరిల్, టొపాజ్‌ల వంటిరత్నాలు, స్వర్ణసహితమైన క్వార్ట్జ్ సిరలు మాగ్మాకు కొంచెం దూరంలో ఏర్పడతాయి భూమి ఉపరితలానికి కొంచెం దగ్గరలో ఏర్పడేవి టంగ్‌స్టన్, మాలిబ్డనమ్, కాపర్, జింక్, లెడ్, సిల్వర్ మొదలైనవాటి ఖనిజాలు. ఇవి ఉపరితలం దిశగా ప్రయాణించేసే వాయువులు, ఉష్ణజలీయ ద్రావణాలద్వారా నిక్షేపితమవుతాయి. మాగ్మాకోష్ఠికకు ఇంకాదూరంగా నిక్షేపితమయ్యేవి. అంటిమొనీ, ఆర్సెనిక్ ఖనిజాలు, సినాబార్ మొదలైనవి. ఇవి మాగ్మా జలాలు చల్లబడిన తరవాత వాటినుంచి అవక్షేపరూపాలుగా నిక్షేపితమయ్యే ఖనిజాలు. ఈ విధమైన ఖనిజాభివృద్ధి సిద్ధాంతము ఖనిజాన్వేషణకు చాలా ఉపయుక్తమైనది.

మాగ్మాసంబంధ శిలలను వాటిలోగల సిలికా శాతాన్నిబట్టి నాలుగువర్గాలుగా చెప్పుకోవచ్చు. అవి (1) అతిమౌలిక శిలలు ($SiO_2 < 40\%$), (2) మౌలికశిలలు ($SiO_2 = 40-55\%$), (3) మాధ్యమిక శిలలు ($SiO_2 = 55-65\%$) (4) ఆమ్లశిలలు ($SiO_2 => 65\%$), అవక్షేపశిలలలోని ముఖ్యమైన రకాలు : (1) ఇసుకరాయి, (2) షేల్. (3) సున్నపురాయి. ఈవిభజన వాటి సిలికా

శాతాన్నిబట్టికాక వాటి మొత్తం ఖనిజ సంఘటననుబట్టి ఉంటుంది. రూపాంతర ప్రాప్తశిలలషిష్టనైస్ మొదలైన అనేక రకాలు ఉన్నాయి. ఖనిజసంఘటన రూపాంతర ప్రాప్తిదశ, శిలల వయసునాలను బట్టి వీటివిభజన జరిగింది.

అవక్షేప శిలలలోని ఖనిజసముదాయము రెండు విధాలుగా ఏర్పడుతుంది. ఇటువంటి శిలలు ఏవి ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పతతాయో వాటిలోని ఖనిజ సముదాయం కూడా అవే ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పడతాయి. ఈ అవక్షేప శిలలలోకి మాగ్మా సంబంధ శిలలు అంతర్గమం చెందినప్పుడు ఏర్పడే ఖనిజ సముదాయము రెండవ రకము. రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని ఖనిజ సముదాయం కూడా ఆయా శిలలు ఏ ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పడినాయో అటువంటి ప్రక్రియల ద్వారానే శిలలతో బాటే ఏర్పడుతుంది. ఈ విధంగా కాకుండా రూపాంతర ప్రాప్త శిలల లోనికి మాగ్మా సంబంధ శిలలు అంతర్గమనం చెందినప్పుడు కూడా ఖనిజ సముదాయము ఏర్పడుతుంది. అవక్షేప శిలలలోను, రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోను మాగ్మా సంబంధ శిలల అంతర్గమనం వల్ల ఏర్పడే ఖనిజ సముదాయము మాగ్మా సంబంధ ఖనిజ సముదాయపు విభాగంగానే చెప్పవచ్చు.

శిలలు — ఖనిజ సముదాయాలు :- శిలల రసాయనిక, ఖనిజ సంఘటనలను బట్టి వాటిలో ఏర్పడే ఖనిజ సముదాయాలు విభిన్నంగా ఉంటాయి. అవక్షేప శిలలలో గాని, రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోగాని మాగ్మా ద్రావణాల వల్ల ఏర్పడే ఖనిజాలు కూడా ఆయా శిలల సంఘటనలను బట్టి ఉంటాయి. ఈ విధంగా శిలల రకాలను బట్టి కనుక్కోగల ఖనిజాలు చాలా ఎక్కువ. కాబట్టి ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషి మొట్ట మొదట గ్రహించవలసినది; శిలలు, వాటి ఉనికి, వాటిలో ఏవి ఖనిజాలు ఏర్పతతాయి. అనేది. భూ విజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతిలో ఖనిజాన్వేషణకు తొలి మెట్టు ఇది వివిధ రకాలైన శిలలు, వాటికి సహస్థితంగా దొరికే ఖనిజ సముదాయము, ఖనిజాలు ఈ దిగువన పొందుపరచినాము.

(1) అతి మౌలిక శిలలు :- అతిమౌలిక శిలలలో ఆలివీన్, పైరాక్సీన్ ఉంటాయి. వీటిలో దొరికే ధాతు ఖనిజాలు ప్లాటినమ్, క్రోమైట్, పారిశ్రామిక మూల పదార్థమైన ఆస్బెస్టాస్ టైటానియమ్ మిశ్రితమైన మాగ్నటైట్ మొదలైనవి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని, అనంతపురం జిల్లాలోని వజ్రకరూరు వద్ద వజ్ర యుత అగ్ని శిల, మైసూరు రాష్ట్రంలోని వివిధ ప్రాంతాలలో లభించే క్రోమైట్, ఆంధ్రలోని కృష్ణా జిల్లా కొండపల్లి వద్ద లభించే క్రోమైట్, మైసూరు నుగ్గిహళ్ళి

షిస్ట్‌మేఖలలో లభించే టైటానియమ్ మిశ్రిత మాగ్నటైట్ సిరలు, ఆంధ్రాలోని తూర్పు గోదావరి జిల్లా అడ్డతీగెల గ్రామ సమీపాన గల మాగ్నటైట్-పైరాక్సినైట్ సిరలు, తమిళనాడు రాష్ట్రంలోని కన్యాకుమారి జిల్లా ఆరుమ నల్లూరు గ్రామం వద్ద గల సల్ఫేట్ ఖనిజ సిరలు ఈ కోవకు చెందినవే.

(2) మౌలిక శిలలు : ఈ తరగతికి చెందినవి గాబ్రో, నొరైట్ మొదలైనవి. వీటిలో మాగ్మా నుంచి స్ఫటికీ కరణం చెందిన ధాతు ఖనిజాలు మాత్రమే లభ్యమవుతాయి. మిగిలిన రకపు ధాతు ఖనిజాలు చాలా అరుదు. ఈ శిలలలో లభ్యమయ్యేవి : ప్లాటినమ్, కాపర్, నికెల్, ఐరన్, టైటానియమ్ ధాతు ఖనిజాలు.

(3) మాధ్యమిక శిలలు: వివిధ ఖనిజ సంపత్తి కేంద్రీకరణకు ఈ మాధ్యమిక శిలలంత అనుకూలమైనవి మరేవీ లేవు. మాగ్మా స్ఫటికీ కరణ ద్వారా ఏర్పడిన ఖనిజ సముదాయమే కాక మాగ్మా అంతర్గమనం ద్వారా ఏర్పడిన ఖనిజ సంపత్తి, అగ్ని పర్వత నిర్గమాల ద్వారా, ఉష్ణ జలీయ ప్రక్రియ ద్వారా ఏర్పడిన ఖనిజ సముదాయం కూడా ఈ మాధ్యమిక శిలలలో ఎక్కువగా కనిపిస్తాయి. ఈ శిలలలోని సాధారణ ఖనిజాలు : ఆర్థోక్లేస్, ప్లజియోక్లేజ్, హార్న్‌బ్లెండ్ ఇవి కాక కొన్ని రకపు శిలలలో క్వార్ట్జ్ కూడా ఉండవచ్చు. ఈ మాధ్యమిక శిలలలో మనకు లభ్యమయ్యే ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలు అమూల్యమైన కాపర్, మోలిబ్డినమ్, గోల్డ్, సిల్వర్, ఐరన్, జింక్, లెడ్. భారతదేశంలో ఈ తరగతికి చెందిన ఖనిజ నిక్షేపాలు : కర్ణాటక రాష్ట్రపు చిత్రదుర్గ జిల్లాలోని ఇంగళధాళ్ వద్ద ఉన్న కాపర్ నిక్షేపాలు.

(4) నెఫలీన్ సయనైట్ :- ఫెల్‌స్పార్, నెఫిలీన్, ముఖ్య ఖనిజాలుగా ఉండే ఈ అగ్నిశిలలలో కూడా కొన్ని అపురూపమైన ఖనిజాలు-ముఖ్యంగా కొరండమ్ - దొరుకుతాయి. ఈ నెఫిలీన్ సయనైట్‌లో పెగ్మాటైట్ దశ కూడా ఉన్నచోట్ల ఖనిజ సంపత్తి చాలా ఎక్కువ. తమిళనాడు రాష్ట్రం కోయంబత్తూరు జిల్లాలోని 'శివమలై' కొండలలో కొరండమ్ ఖనిజము సయనైట్ శిలలో దొరుకుతుంది.

(5) గ్రానైట్ :- సిలికా శాతము ఎక్కువగా ఉన్న ఈ శిలలలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, ముఖ్యమైన ఖనిజాలు. ఈ గ్రానైట్‌లో ఉండే క్వార్ట్జ్ సిలలో టంగ్‌స్టన్, టిన్, మోలిబ్డినమ్ దొరుకుతాయి. ఇవిగాక ఇంకా ఎన్నో

ఖనిజాలు ఈ గ్రానైట్‌లలో దొరుకుతాయి. బీహారు రాష్ట్రంలోని సింగ్‌భమ్ వద్ద లభ్యమయ్యే కాపర్ ఖనిజ నిక్షేపాలు గ్రానైట్‌లో సిరలుగా లభిస్తాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని తూర్పుగోదావరి జిల్లాలోను, అస్సాం రాష్ట్రపు 'ఖాసీ' కొండల లోను గ్రానైట్ శిలలలో మోలిబ్డనైట్ లభ్యమవుతుంది. రాజస్థాన్‌లోని 'రావత్' కొండలలో గ్రానైట్ శిలలలో టంగ్‌స్టన్ సిరల రూపాలలో ఉంటుంది.

(6) పెగ్మటైట్ :- ఈ స్థూలరేణుయుత శిలలలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ ముఖ్య ఖనిజాలు. మరి ఏ ఇతర శిలలలోను లభ్యం కాని అమూల్య ఖనిజాలెన్నో ఈ పెగ్మటైట్‌లలో దొరుకుతాయి. రత్నాలు, రత్నయుత ఖనిజాలు (కాశ్మీరులోని సూంజమ్ సెఫైర్ గనులు, ఆంధ్ర బీహారు రాష్ట్రాలలోని మైకా పెగ్మటైట్‌లు), రేడియో ధార్మిక ఖనిజాలు (ఆంధ్ర, తమిళనాడు, కాశ్మీరు, కేరళ రాష్ట్రాలలోని పెగ్మటైట్‌లు), టిన్, టంగ్‌స్టన్, మైకా బెరిల్, లీథియమ్ లోహపు ఖనిజాలు, అపటైట్, ఫ్లోరైట్, మోనజైట్ మొదలైనవి, పెగ్మటైట్‌లలో లభిస్తాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్, బీహార్ రాష్ట్రాలలోని పెగ్మటైట్‌లలో మైకా, కర్ణాటక ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రాలలోని కొన్ని పెగ్మటైట్‌లలో బెరిల్, లీథియమ్ లోహపు ఖనిజాలు, ఆంధ్రప్రదేశ్, బీహార్, రాజస్థాన్ రాష్ట్రాలలోని మైకా పెగ్మటైట్‌లలో అపటైట్, మధ్యప్రదేశ్‌లోని (దూగ్ జిల్లా) లోని పెగ్మటైట్ సంబంధ క్వార్ట్జ సిరలలో ఫ్లోరైట్, బీహారు (గయ జిల్లా), కేరళ (క్విలాన్ జిల్లా), కర్ణాటక లోని పెగ్మటైట్ లలో మోనజైట్ ఉదాహరణలుగా తీసుకోవచ్చు, ఇవి కాక పెగ్మటైట్‌లలోని క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లను పరిశ్రమలలో ఉపయోగిస్తారు.

(7) అగ్నిపర్వత శిలలు :- ఈ అగ్నిపర్వత శిలలు వాటి ఖనిజ సంఘటనను బట్టి చాలా రకాలుగా ఉన్నాయి. వీటిలో మౌలిక సంఘటనపు అగ్ని పర్వత గ్రీవ శిలలు అమూల్యములైన వజ్రాలకు ఉత్పత్తి స్థానాలు. మిగిలిన రకపు శిలలలో గోల్డ్, సిల్వర్, కాపర్, నికెల్, ఐరన్, ఫ్లోరైట్ లభ్యమవుతాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్, అనంతపురం జిల్లాలోని 'వజ్రకరూరు' వద్ద ఉన్న అగ్ని పర్వత గ్రీవ శిలలలో డైమండ్‌లు దొరుకుతాయి. బరోడా-జిల్లా, గుజరాతులోని ఫ్లోరైట్ అగ్నిపర్వత శిలలలో లభ్యమవుతుంది.

అవక్షేపశిలలు : అవక్షేప శిలలలోకూడా శిలల ఖనిజ సంఘటనను బట్టి అవక్షేపశిలలు వాటిలో ఏ ఏధాతు ఖనిజాలుంటాయో మనము తెలుసుకోవచ్చును.

(1) కంగ్లామరేట్ :- వివిధ పరిమాణాలుగల రేణువులు రవాణాచెంది ప్రకృతి సిద్ధంగా బంధనం చెందిన తరవాత ఏర్పడిన ఈ శిలలో మనకు లభ్యమ

య్యేవి గోల్డ్, సిల్వర్ కాపర్, డైమండ్‌లు, రత్నాలు. ఆంధ్రాలోని 'బనగానపల్లి' వద్ద ఉన్న కంగ్లోమరేట్ శిల మధ్యప్రదేశ్‌లోని 'పన్నా' వద్దఉన్న కంగ్లోమరేట్ శిల లలో ముఖ్యమైన డైమండ్‌లు లభ్యం కావడం ఉదాహరణలుగా చెప్పుకోవచ్చు.

(2) ఇసకరాయి:- వివిధరకాల లోహ, అలోహధాతు ఖనిజాలు మనకు ఇసకరాయిలో దొరుకుతాయి. ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగినవి: గోల్డ్, సిల్వర్, కాపర్, ఐరన్. మాంగనీస్.

(3) షేల్:- ఈరకపుశిల చాలా అప్రవేశ యోగ్యమైనందువల్ల ఈ శిలల సరిహద్దులలో లోహాలసల్ఫైడ్ ఖనిజ సముదాయం దొరుకుతుంది. ఇవిగాక ఈ శిలలలో ఏరకాలు ప్రాప్తిచెందిన ఐరన్, మాంగనీస్ కూడా దొరుకుతాయి. కర్బన భరిత షెల్‌లు వాటి సమీపంలో కర్బనపు నిక్షేపాలున్నాయని సూచిస్తాయి రాణిగంజ్ (పశ్చిమ బెంగాలు)వద్ద "ఐరన్‌స్టోన్‌షేల్"లో ఐరన్‌లోహము సైడె రైట్‌గా దొరుకుతుంది.

(4) సున్నపురాయి :- డోలమైట్ సున్నపురాయిలో కాల్షియమ్ కార్బొ నేట్ ఎక్కువ శాతం ఉంటుంది. డోలమైట్‌లో మెగ్నీషియమ్ కూడాఉంటుంది. దీని ప్రవేశయోగ్యతా గుణం వల్లను, రసాయనికంగా ప్రతిస్థాపన క్రియకు చాలా అనుకూలమైనందువల్లనూ, సున్నపురాతిలో ఎన్నోరకాల లోహ అలోహధాతుఖనిజ నిక్షేపాలు దొరుకుతాయి. కాపర్, లెడ్, జింక్, గోల్డ్, సిల్వర్, టంగ్‌స్టన్, మోలి బ్డనమ్, టిన్ ఆంటిమొని మొదలైన లోహాలు రేడియో ధార్మిక దాతువులు బెరైటిస్ ఆస్బెస్టాస్ స్టియటైట్ టాల్క్ మొదలైన అలోహ ఖనిజధాతువులు దొరుకుతాయి. ఈ సున్నపురాయి అంతర్గమన అగ్నిశిల పరిసరంలో ఉన్నప్పుడు ధాతుఖనిజాలు ఇందులో కేంద్రీకృతం కావడానికి అవకాశమెక్కువగా ఉంటుంది. ఇదిగాక సున్నపు రాయే ఒకపారిశ్రామిక ముడిపదార్థము.

పైనచెప్పినవి కాక జిప్సమ్ శిలాలవణముకూడా అవక్షేపశిలల మాదిరి ఏర్పడే అలోహ ఖనిజాలు. రాజస్తాన్‌లోని జిప్సమ్ నిక్షేపాలు, తమిళనాడురాష్ట్రం తిరుచిరాపల్లి జిల్లాలో లభ్యమయ్యే జిప్సమ్ జమ్ము, కాశ్మీర్ రాష్ట్రాలలో ఉధం పూరు, దోడా, బారాముల్లా జిల్లాలలోని జిప్సమ్ నిక్షేపాలు, సౌరాష్ట్ర, కచ్ (గుజరాతు)లలో లభ్యమయ్యే జిప్సమ్ ఇతరచోట్ల నిక్షేపాలు ఈవిధంగా ఏర్పడి నవే. హిమాచల్‌ప్రదేశ్‌లోని మండీజిల్లాలో దొరికే శిలాలవణము ఈవిధంగా యేర్ప డిన నిక్షేపము.

రూపాంతర ప్రాప్తశిలలు

రూపాంతర ప్రాప్తశిలలలో ఎన్నోరకాలున్నప్పటికీ ధాతు ఖనిజాన్వేషకుడు తెలుసుకోవలసినవి నైస్, షిస్ట్ క్వార్టజైట్, స్లేట్, పాలరాయి, సర్పెంటీన్ శిలలు. నైస్, షిస్ట్‌లలో వివిధరకాలైన లోహ, అలోహ ధాతు ఖనిజాలు దొరుకుతాయి. ముఖ్యంగా పేర్కొనదగినవి. కాపర్, గోల్డ్, సిల్వర్ మొదలైన లోహాలు. మైకా గ్రాఫైట్, కోరండమ్,టాల్క్, కయనైట్, గార్నెట్ మొదలైన అలోహధాతు ఖనిజాలు. ఎక్కువభాగం లోహధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలు అగ్నిశిలల అంతర్గమన ప్రక్రియ మూలంగా ఉష్ణ జలీయ నిర్గమాల మూలంగా ఏర్పడతాయి. అలోహ ఖనిజాలు రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియలోనే శిలతో ఏక కాలంలో పుడతాయి. క్వార్ట్జైట్ లోను, స్లేట్‌లోను కూడా ఉత్తర జనిత (epigenetic) ఖనిజీ కృత ప్రక్రియ ద్వారా ఏర్పడిన గోల్డ్, కాపర్, లెడ్, జింక్, ఆంటిమొని, పైరైట్, ఏక కాల జనిత ఖనిజీ కృత ప్రక్రియ ద్వారా ఏర్పడిన ఐరన్, మాంగనీస్ దొరుకుతాయి. పాలరాయి గొప్ప విలువైన అలంకార పారిశ్రామిక ముడి పదార్థము. సర్పెంటీన్ శిలలో నికెల్, క్రోమియమ్, ప్లాటినమ్ లభ్యమవుతాయి. ఈ శిలలో ఈ ధాతువులు రూపాంతర ప్రాప్తి చెందక ముందున్న అతి మౌలిక అగ్ని శిలలో ఏక కాలంలో ఏర్పడిన ధాతు లోహాలుగా మనము గ్రహించ వలె. భారత దేశంలో దొరికే ఐరన్, మాంగనీస్‌లలో చాలా ఎక్కువ శాతం రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలో ఏక కాల జనిత ఖనిజీ కృత ప్రక్రియ ద్వారా ఏర్పడినవి. అందమైన కట్టడాలకు ఉపయోగించే స్ఫటికీ కృత (crystalline) సున్నపురాయి మన దేశంలో చాలా చోట్ల దొరుకుతుంది. పేరెన్నిక గన్న మక్రానా పాల రాయి రాజస్తాన్‌లో దొరుకుతుంది.

పైన పేర్కొన్న వివిధ రకాల శిలలలోనూ ప్రత్యేక రకమైన ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలు దొరుకుతాయి. ఖనిజాన్వేషకుడు వీటిని దృష్టిలో ఉంచుకొని ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలు వెదక వలె. ఏఏ శిలలలో ఏఏ ధాతు నిక్షేపాలుంటాయో తెలుసుకో వలె. అప్పుడు ఆయా శిలలలో ఆయా ధాతువుల కోసమే వెదకవలె. సున్నపు రాతిలో రత్నాల కోసం రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో బొగ్గు కోసం పెగ్మటైట్‌లలో మాంగనీస్, క్రోమియమ్‌ల కోసం వెదకడం అనవసరపు శ్రమ, ధనవ్యయము మాత్రమే.

2

భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర విధానము

కిందటి అధ్యాయంలో ఖనిజాన్వేషకుడు తెలుసుకోవలసిన విషయాలను గురించి, శిలలు వాటితో బాటు ఉన్న ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలను గురించి, చెప్పడం జరిగింది. భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతితో ఖనిజాన్వేషణ జరిపేటప్పుడు తెలుసుకోవలసిన మరొక విషయమేమంటే : శిలలలో ఎటువంటి ప్రదేశాలు ఈ ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాలు కేంద్రీకరింపబడి ఉండటానికి అనువుగా ఉన్నవనేది.

ప్రాథమిక ప్రక్రియలు :-

ప్రాథమిక ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడే ఖనిజ నిక్షేపాల ఉనికిని కనుక్కొనేటప్పుడు నిక్షేపాన్వేషకుడు తాను అన్వేషించబోయే ఖనిజ నిక్షేపము ఏ శిల ఉన్న ప్రాంతాలలో కేంద్రీకృతమై ఉంటుందో ఆ ప్రాంతాలలోనే తన అన్వేషణను ప్రారంభించ వలె. అవక్షేప శిలలలో ఏక కాల జనితమైన ఐరన్, మాంగనీస్, జిప్సమ్ మొదలైన ఖనిజ నిక్షేపాలను గురించి వెదకడానికి ముందుగా అవక్షేప హరివాణాలను గుర్తించవలె. ఇటువంటి హరి వాణాలకు అంచులు ఉంటాయి. కనక వీటిని గుర్తించి మాన చిత్రం చేయడం చాలా సులభము. మాన చిత్రణ జరిగిన తరవాత ఆ అవక్షేప శిలలలో ఏఏ ఖనిజ సంపత్తి ఉండటానికి అవకాశముందో ఆయా ఖనిజాలను గురించి అన్వేషణ జరిపించ వలె. ఈ అవక్షేప శిలల పొరల మందము, సచ్ఛిద్రత (porosity) ప్రవేశయోగ్యత (permeability) లను గుర్తించ వలె. ఇవి కాక అవక్షేప శిలలలోని ఖనిజ సంఘటనలోని మార్పులను గుర్తిస్తూ ఆయా మార్పులు ఏ కారణాల వల్ల కలుగుతున్నాయో గ్రహించ వలె. అప్రవేశయోగ్యమైన షేల్ వంటి శిలలను గుర్తించినప్పుడు ఆ శిలలు ఉపరితల దిశలో ప్రయాణించే ధాతు ద్రావణాలను ఉపరితలాన్ని చేరుకోకుండా ఆపి ఉంటాయని గ్రహించి అటువంటి శిలల అంచులలో ప్రాథమిక ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పడే ధాతు ఖనిజాలను గురించి అతి శ్రద్ధగా వెదక వలె. శిలల రసాయన సంఘటన ఖనిజ కేంద్రీకరణ మీద ఎక్కువ ప్రభా

వాన్ని కలిగి ఉంటాయని ఇంతకు ముందు చెప్పడం జరిగింది. అందువల్ల కేంద్రీకరణకు అనువైన సున్నపు రాయి, డోలమైట్, కంగ్లామరేట్ మొదలైన శిలల పొరలలో ద్విగుణీకృత ఉత్సాహంతో అన్వేషకుడు పని చేయవలె.

అనంతర ప్రక్రియలు :-

అద్రావణ ఖనిజాలు :- నిక్షేపాలు అనేక విధాలుగా ఏర్పడతాయి. వాతావరణ శైథిల్య క్రియ, అంతర్జల రసాయనిక క్రియలు కలిసి శిలలలోని ఖనిజాలను ఆక్సీకరణం చేసి కొన్ని ద్రావణులను ఉత్పత్తి చేస్తాయి. ఈ ద్రావణులు మిగిలిన ఖనిజాలను కరిగించుకొన్న తరవాత ఈ శిలా రంధ్రాలగుండా కిందికి పోతూ మధ్య మార్గంలోని ఖనిజాలను కూడా కరిగించు కొంటాయి. ఈ విధమయిన ప్రక్రియ పునరావృత్త మవుతూ కొంత కాలానికి శిలలలో అద్రావణీయమైన పదార్థాలు మిగిలిపోతాయి. శిలలు శైథిల్యం చెందేటప్పుడు ఏర్పడే అద్రావణీయ ఖనిజాలు ముఖ్యంగా మూడు. అవి గోథైట్, బాక్సైట్, కెయొలిన్, ఇంచుమించు అన్ని రకాలైన శిలల నుంచీ ఈ ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. ఐరన్, అల్యూమినియమ్‌లతో సంయోగం చెందిన ఖనిజాలున్న శిలల నుంచి ఇవి తప్పక ఏర్పడతాయి. వీటిలో బాక్సైట్ ఎక్కువ శాతంలో ఏర్పడితే అవి బాక్సైట్ నిక్షేపాలుగా గ్రహించడం జరుగుతుంది. ఐరన్ ఖనిజాలు (గోథైట్, కొన్ని చోట్ల హెమటైట్) ఎక్కువ శాతంలో ఏర్పడినప్పుడు అవి "లేటరైట్" లుగా గ్రహించడం జరుగుతుంది. ఈ విధంగా లేటరైట్, బాక్సైట్ ఏర్పడటానికి ముఖ్యంగా కావలసినవి శైథిల్య క్రియకు అనుకూలమయ్యే వాతావరణము, ఆక్సీకరణచెంది ద్రావణీయమైన ఖనిజపదార్థాలను అతివేగంగా మరొక చోటికి తీసుకుని పోవడానికి వీలైన వర్షపాతము బాక్సైట్ అనే గిబ్సైట్, బోహిమైట్ మొదలయిన అల్యూమినియ హైడ్రాక్సైడ్‌ల సమ్మేళనము. వీటితోబాటు గోథైట్ కూడా ఉంటుంది. ఈ బాక్సైట్ స్వచ్ఛమైనరూపంలో తెల్లగాఉంటుంది. గోథైట్‌తో సమ్మిళితమైనప్పుడు ముదురు ఎరుపు వర్ణపు గోథైట్‌లో అక్కడక్కడ స్వచ్ఛమైన తెల్లటి మచ్చలుగా కనిపిస్తుంది. సాధారణంగా బాక్సైట్ ఊలైట్ నిర్మితితో ఉంటుంది. ఇది గాక ముద్ద రూపంలో కూడా ఉంటుంది. బాక్సైట్ ఎక్కువగా ఎత్తైన పర్వత శిఖరాల మీద ఏర్పడుతుంది. ఉపరితల భాగం గోథైట్‌తో కప్పబడి ఉండి కింది భాగంలో బాక్సైట్ కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. అందువల్ల బాక్సైట్ గురించి వర్షపాతము ఎక్కువగా ఉన్న పర్వత శ్రేణులలో వెదకవలె. లేటరైట్‌తో

కప్పబడి ఉన్న పర్వత శిఖరాలమీద ఆ లేటరైట్ కింది పొరలలో నున్న ముద్ద రూప పదార్థాన్ని పరీక్షించవలె. ఎన్నో సంవత్సరాలుగా లేటరైట్ కొండలుగా భావించబడిన విశాఖ జిల్లాలోని అనంత గిరి శిఖరాలలో బాక్సైట్‌ను ఈ విధంగా కనుక్కొన్న ఘనత భారత భూవిజ్ఞాన సర్వేక్షణ శాఖకు చెందుతుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడిన బాక్సైట్ నిక్షేపాలను మన ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని ఎత్తైన పర్వత శ్రేణులలో చాలా చోట్ల కనుక్కోవచ్చు. ఈ మధ్యనే (1973 వ సంవత్సరంలో) విశాఖ జిల్లాలోని చింతపల్లి కొండలలో కూడా బాక్సైట్ నిక్షేపాలను కనుక్కొన్నారు. తమిళనాడు రాష్ట్రంలోని యార్కాడ్ కొండలపైన, మధ్యప్రదేశ్‌లోని అమర్ కంటక్ వద్ద ఉన్న బాక్సైట్ నిక్షేపాలు ఈ విధంగా ఏర్పడినవే. ఇవి కాక మన దేశంలో ఇటువంటి బాక్సైట్ నిక్షేపాలు ఎన్నో ఉన్నాయి.

ఆక్సీకరణ క్రియ :-

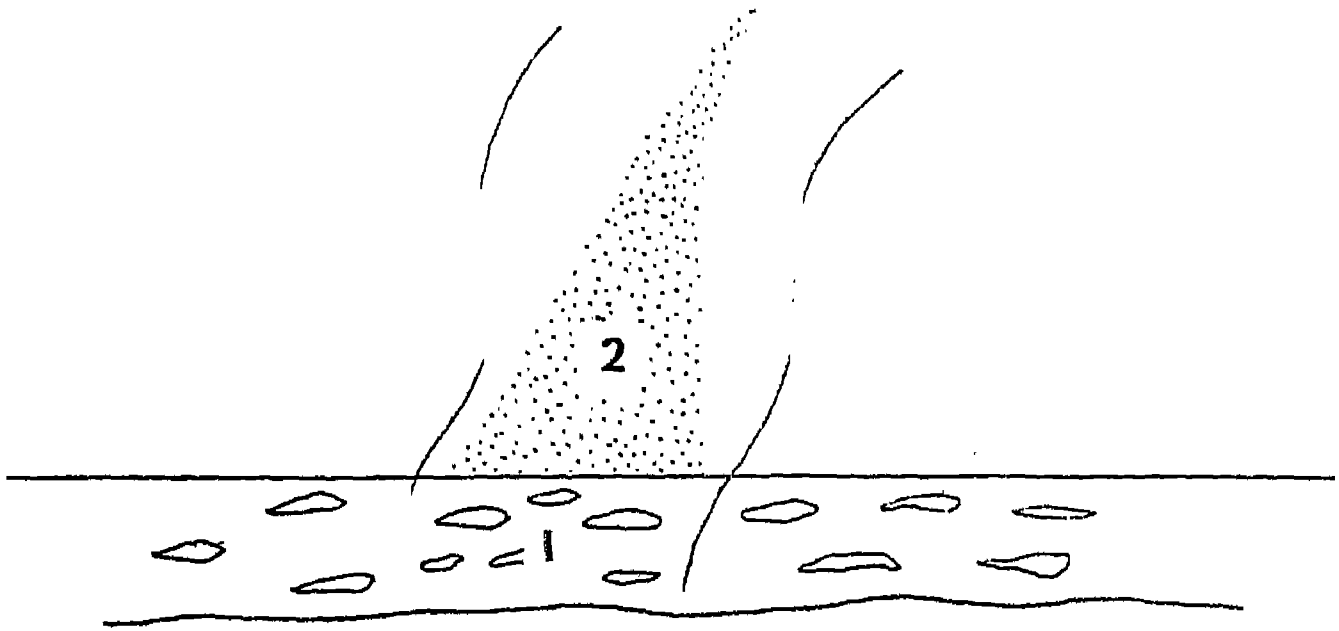
శైథిల్య క్రియ శిలాంతర్భాగాలలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలను గుర్తింపజేస్తుంది. లోహ సల్ఫైడ్ ఖనిజ నిక్షేపాలున్న శిలలు బహిర్గతమయినప్పుడు అవి శైథిల్యం చెంది అందులో ఉన్న పైరైట్ ఆక్సీకరణం చెంది బహిర్గతాలకు గోథైట్ పూత నిస్తుంది. ఈ బహిర్గతాలలో చాల్కోపైరైట్ ఉంటే దాని నుంచి మాలఖైట్, అజురైట్‌లు ఏర్పడి గోథైట్‌తో మిశ్రితమయి ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, నీలం వర్ణం గల పై పూతను ఈ బహిర్గతాలకు ఇస్తాయి. ఇటువంటి పై పూతలు గల శిలా బహిర్గతాలు ఖనిజీకరణ చెందిన శిలా బహిర్గతాలుగా గుర్తించి అటువంటి చోట్ల నిక్షేపాన్వేషణ ప్రారంభించవలె. ఈ విధమైన పై పూతను "గోసాన్" అంటారు. ఈ "గోసాన్" కింది భాగంలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపమంతా కూడా ఆక్సీకరణ చెంది ద్రావణ స్థితిలో కిందికి రవాణా అయి భూజల తలానికి కింది భాగాన ఉన్న ప్రాథమిక ధాతు ఖనిజాలతో తిరిగి చర్య పొంది క్షయకరణ మవుతాయి. ఈ విధమైన క్షయకరణ వల్ల తిరిగి లోహసల్ఫైడ్‌లు ఏర్పడతాయి. ఈ కారణంగా భూజల తలానికి దిగువ భాగంలో ఉన్న ప్రాథమిక సల్ఫైడ్ ఖనిజాలు అభివృద్ధి చెందుతాయి. అందువల్ల శిలా బహిర్గతాల మీద గోథైట్, మేలఖైట్, అజురైట్ పూతలుంటే అటువంటి ప్రదేశాలలోని కింది భాగాలలో అనంతర ప్రక్రియల వల్ల అభివృద్ధి చెందిన లోహ సల్ఫైడ్‌ల (లెడ్, కాపర్, జింక్) సంపదలమున్నదని గ్రహించవలె. ఇటువంటి "గోసాన్" లను ఆధారంగా చేసుకొనే తమిళనాడు రాష్ట్రంలోని మామందూరు గ్రామం వద్ద ఉన్న కాపర్

నిక్షేపాలను కనుక్కొన్నారు. ఇదే విధంగా మైసూరు లోని చిత్రదుర్గా జిల్లా, ఇంగల్‌ధాల్ గ్రామం వద్ద ఉన్న కాపర్ నిక్షేపాలను కనుక్కొని తవ్వి తీస్తున్నారు. "గోసాన్" లున్న ప్రతిచోటా కింది భాగంలో ఉన్న ప్రాథమిక సల్ఫైడ్ ఖనిజ నిక్షేపాలు అభివృద్ధి చెంది ఉండకపోవచ్చు. సల్ఫైడ్ ఖనిజాలలో పైరైట్ కూడా కలిసి ఉన్నప్పుడే ప్రాథమిక ఖనిజ నిక్షేపాలు అభివృద్ధి చెంది ద్విగుణీకృత మవుతాయి.

ప్లేసర్‌లు :-

అనంతర ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడే ఖనిజ నిక్షేపాలలో అవక్షేపాలతో ఏర్పడే ప్లేసర్ నిక్షేపాలు ముఖ్యమైనవి. ఇవి వివిధ భౌమ కారణాలవల్ల ఏర్పడతాయి. శైథిల్య క్రియకు లొంగకుండా ఉన్న నిరోధక ఖనిజాలే ప్లేసర్ నిక్షేపాలుగా ఏర్పడతాయి. ఈ విధంగా గార్నెట్, మోనజైట్, ఇల్‌మనైట్, సిల్లిమనైట్, రూటైల్, కాసిటరైట్, వజ్రాలు, జిర్కాన్, గోల్డ్ మొదలైనవి ప్లేసరుర్‌గా కేంద్రీకృత మవుతాయి. భౌమిక క్రియను బట్టి ఈ ప్లేసర్‌లను అవశిష్ట ప్లేసర్‌లని ఎల్లూవియల్ ప్లేసర్‌లని ఝురీప్లేసర్ లని(Stream Placers) తీరప్లేసర్ లని, వాయుకృత ప్లేసర్‌లని అంటారు. కొంత చరియలలో బహిర్గతమై ఉన్న ఖనిజ సహిత శిల శిథిలమైనప్పుడు అందులోని నిరోధక ఖనిజాలు కొంచపాలున కొంతమేర మృత్తికతో కలిసి ఉంటాయి. వీటిని వెంటనే గుర్తించి వాటి జన్మస్థానమయిన ప్రాథమిక ఖనిజ సిర యొక్క ఉనికిని తెలుసుకోవడమే అన్వేషకుని లక్ష్యము. నదీ ప్రవాహాలలోను, సముద్ర తీరాలలోను రూపొందిన ప్లేసర్ నిక్షేపాలను కనుక్కోవడం సులభము. నది చరమ దశలో ఉన్నప్పుడు ఈ ప్లేసర్ ఖనిజాలు నదీ వక్రాలలోపలి భాగములో కేంద్రీకృత మవుతాయి. తీరప్రాంతాలలో సముద్ర కెరట వేగము ఎక్కడ ఎక్కువగా ఉంటుందో అక్కడ నదీ ప్రవాహాలు సముద్రంలో కలిసే చోట నదికి ఇరుపైపులా గాని, ఏదో ఒక పైపున గాని సముద్ర తీరానా ఈ ప్లేసర్ ఖనిజాలు కేంద్రీకృత మవుతాయి. ఈ విధంగా గౌతమీ, గోదావరి, వశిష్ఠ గోదావరి, నాగావళి, వంశధార నదుల సాగరసంగమం వద్ద తీరాన కేంద్రీకృతమై ఉన్న మోనజైట్, మాగ్నటైట్ నిక్షేపాలు, కేరళ తీరంలో కేంద్రీకృతమై ఉన్న మోనజైట్, ఇల్‌మనైట్ నిక్షేపాలు ఉదాహరణలుగా చెప్పవచ్చు. నదులలో ప్లేసరు ఖనిజాలు లాభసాటిగా వెలికి తీసేటంత సాంద్రీకరణలో లేకపోయినప్పటికీ ఈప్లేసర్ ఖనిజాల జాడను తెలుసుకొని ఆజాడ వెంబడిపోయి, ప్రాథమిక ఖనిజనిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలను కనుక్కోవచ్చు.

ఈ విధంగా వజ్రాలనిక్షేపాలను, గోల్డ్ నిక్షేపాల ఉనికిని తెలుసుకోవచ్చు. నదీ ప్లేసర్ ఖనిజాల ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి ఈ కింది విషయాలను బాగా గుర్తుంచుకోవలె.



పటము—1 ప్లేసర్ నిక్షిప్తము

→ జల ప్రవాహదిశ 1. ఖనిజ నిక్షేపము 2. ప్లేసర్ నిక్షేపము

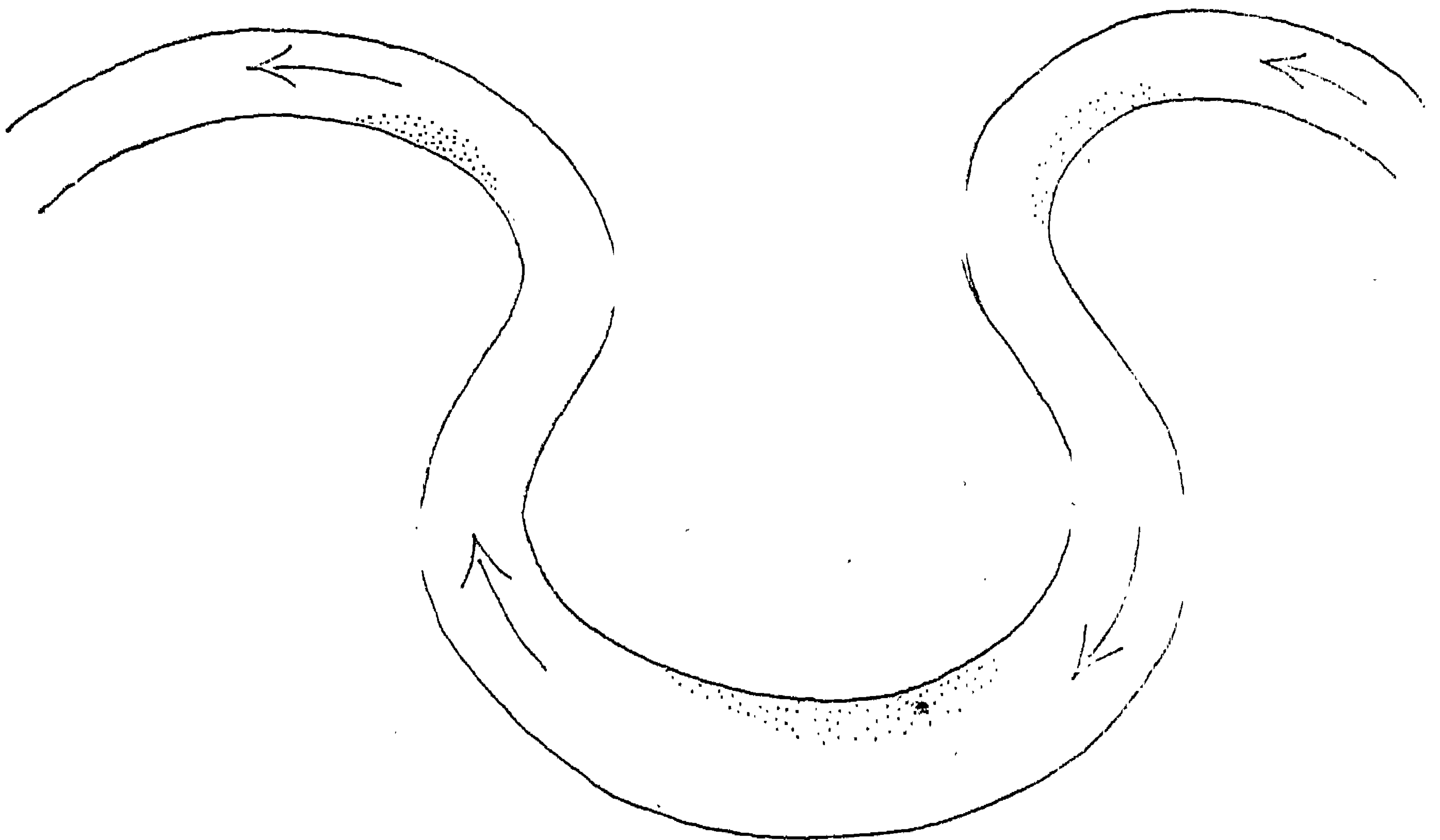
(1) నదీప్రవాహపు రవాణాశక్తి తగ్గినప్రదేశంలో ఈ ప్లేసర్ ఖనిజాలు నిక్షేపితమవుతాయి. నదివెడల్పయినచోట నదీవక్రాలలోపలిభాగంలో, నదీలోయ భూతలప్రక్షేపాలకు దూరం వైపున ఈప్లేసర్ ఖనిజాలు కేంద్రీకృత మవుతాయి.

(2) నదీవక్రాలు ముందుకు జరుగుతూ ఉంటాయి. పాతనదీ వక్రాలను గుర్తించినట్లయితే అక్కడ కేంద్రీకృతమైఉన్న ప్లేసర్ ఖనిజాలను కనుక్కోవచ్చు

(3) ప్రాథమిక ధాతుఖనిజాలుఉన్న శిలలు నదీభూతలంలో బహిర్గత మయితే నీటినుంచి వెలువడిన విలువైన ప్లేసర్ ఖనిజాలు బహిర్గతాలనుంచి ప్రవాహపు దిశకు కొనలుదేరి ఉంటాయి. వీటినిబట్టి ప్రాథమిక ధాతునిక్షేపాలను కనుక్కోవచ్చు.

(4) ఉపనది ముఖ్యనదితో కలిసేచోట ఈ రెండింటికలయికకు దిగువ భాగంలో ముఖ్యనదిలో ఉపనది కలిసే పక్కభాగంలో ప్లేసర్ ఖనిజాలు కేంద్రీకృతమవుతాయి.

నదీప్లేసర్ నిక్షేపంగా గోల్డ్ మనదేశంలో చాలా నదులలో దొరుకుతుంది. సింగ్‌భమ్ జిల్లా (బీహారు)లోని సువర్ణరేఖ, కాశ్మీర్‌లోని సింధు, దానిఉపనదులు మధ్యప్రదేశ్‌లోని సోన్, ఈబ్, డియోనదులు, కోరాపుట్, సంబాల్‌పూర్



పటము 2-నదీజలప్రవాహము-ప్లేసర్ కేంద్రీకరణ
→ప్రవాహపుదిశ చుక్కలు ప్లేసర్ కేంద్రీకరణను సూచిస్తాయి

జిల్లాలలోని (ఒరిస్సా)చిన్ననదీపాయలు, షిమోగాజిల్లా (కర్ణాటక)లోని చిన్న నదులు వీటిలో గోల్డ్ ప్లేసర్‌లు దొరకవచ్చు. మహానదీఅల్లూవియమ్‌లోను, ఒరిస్సా రాష్ట్రంలోని సంబాల్‌పూర్‌వద్ద హీరాకుడ్ (ప్రాంతం)పాలమౌజిల్లా (బీహారు)లో సోన్‌నది ఉపనది అయిన కోయల్‌నది ఇసుకలోను కొంతవరకు ప్లేసర్‌వజ్రాలు దొరుకుతాయి.

ఖనిజాన్వేషణకు మార్గదర్శకాలు:—

భూవిజ్ఞానశాస్త్ర పద్ధతిద్వారా ధాతునిక్షేపాన్వేషణ జరిపేటప్పుడు ధాతు నిక్షేపాలు ఎక్కడ ఉన్నాయో మనకు సూచించే కొన్ని మార్గదర్శకాలు ఉన్నాయి.

(guides) వీటిని (అ) నైసర్గిక స్వరూప మార్గదర్శకాలు, (ఆ) ఖనిజ సంబంధ మార్గదర్శకాలు (Mineralogical guides) (ఇ)స్తరాత్మక అశ్మసంబంధ మార్గదర్శకాలు (Stratigraphical and lithological guides) (ఈ)నిర్మితీయ మార్గదర్శకాలు (Structural guides) అని నాలుగు విధాలుగా చెప్పుకోవచ్చు.

నైసర్గిక స్వరూప మార్గదర్శకాలు :—నైసర్గిక స్వరూపపురూపు రేఖలు ధాతునిక్షేపాల ఉనికి ప్రత్యక్ష పరోక్షసాక్ష్యాలుగా పనిచేస్తాయి. భూతలం మీద ధాతుస్వరూపం బహిర్గతం కావడం ప్రత్యక్షనిదర్శనము. ఒకప్రదేశం యొక్క నైసర్గిక చరిత్ర సేకరించినట్లయితే అక్కడ ఏఏనైసర్గిక ప్రక్రియలవల్ల ధాతువులు కేంద్రీకృత మయినాయో తెలుసుకోవడానికి వీలుపడుతుంది. అప్పుడు ఆప్రదేశంలో ఏఏచోట్ల ధాతు నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించవలెనో సులువుగా గ్రహించవచ్చు నైసర్గికస్వరూప రూపురేఖలతో స్థలాకృతి ముఖ్యంగా ఐరన్ ధాతునిక్షేపాలకే ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి, బాగా పనికివస్తుంది. ఐరన్ ధాతునిక్షేపాలు లాభసాటి నిక్షేపాలుగా ఉండవలెనంటే అవి పెద్దపెద్దవిగా ఉండవలె.ఇవి పర్వత శ్రేణులలో ఉన్నప్పుడే ఇది వీలవుతుంది. మనదేశంలోని మేలురకపు ఐరన్‌ధాతునిక్షేపాలు పర్వతశ్రేణులతో కలిసి ఉన్నాయి. బీహారు, రాష్ట్రపు సింగ్‌భమ్ జిల్లాలోను, ఒరిస్సారాష్ట్రపు కియోంఝూర్, బొనాయ్ మయూర్‌భంజ్ జిల్లాలలోను, మధ్యప్రదేశ్ బైలాదిల్లా పర్వతశ్రేణులతోను, కర్ణాటకరాష్ట్రంలోని బాబాబుదన్ కొండలలోను ఐరన్‌ధాతునిక్షేపాలు పర్వతశ్రేణులతో కలిసిఉన్నాయి. ఇదే విధంగా మాగ్నసైట్ ధాతునిక్షేపాలు శైథిల్యక్రియకు నిరోధకాలయినందువల్ల ఇవి గుట్టలుగాను, చిన్నచిన్నపర్వతశ్రేణులుగాను నిలిచిపోతాయి. సేలంవద్దఉన్న మాగ్నసైట్ ధాతునిక్షేపాలతో ఉన్నకొండలు ఈ రకానికి చెందినవే. శైథిల్యక్రియను నిరోధించే క్రోమైట్ మొదలైన ధాతుఖనిజాలున్న శిలలు బహిర్గతమయినప్పుడు ఆయాధాతు ఖనిజాలున్న శిలాభాగాలు విడిగా పైకి కనబడతాయి. వీటిని గుర్తించి ఆప్రదేశాలలో ఖనిజాన్వేషణ ప్రారంభించవచ్చు.

కొన్ని కొన్ని పరిస్థితులలో నదీప్లేసర్‌లు వీటితరవాత ఏర్పడిన తరుణనిక్షేపాలతోకప్పబడి ఉన్నప్పుడు,ప్రాంతనదీతీరాలను అవరించి ఉన్నప్పుడు భూమివిజ్ఞాన శాస్త్రము, భూనైసర్గిక శాస్త్రము కూడా సహాయకారులుగా ఉంటాయి. ప్రాంతనదీలోయ ఉనికిని ఈ విధంగా గుర్తించిన తరవాత భూభౌతిక శాస్త్రపద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరప వచ్చు.

అవశిష్టనిక్షేపాలు ఏర్పడటానికి నైసర్గికస్వరూప రూపురేఖలకు చాలా సన్నిహిత సంబంధముంది, బాక్సైట్ నిక్షేపాలున్న పర్వత శిఖరాగ్రాలు బల్ల పరుపుగా ఉండి ఎంతోదూరం నుంచి కూడా గుర్తుపట్టగలిగేటట్టుంటాయి. తమిళ నాడు రాష్ట్రంలోని యార్కాడ్‌వద్దను, విశాఖజిల్లా (ఆంధ్రప్రదేశ్)లోని అనంత గిరి కొండలలోను, కర్ణాటక రాష్ట్రంలోని భట్కాల్. బైందూరుల వద్దనుబాక్సైట్ గా మారిన కొండలు బల్లపరుపుగా ఉండటం గమనించదగినది.

అనుకూల నైసర్గిక పరిస్థితులు ఉపరిజన్య కాపర్‌సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలఅభివృద్ధికి కూడా దోహదంచేస్తాయి.

ఖనిజసంబంధ మార్గదర్శకాలు

ఖనిజాలు, శిలలలో వాటి సాపేక్షకేంద్రీకరణలు ధాతునిక్షేపాల ఉనికికి చక్కటి మార్గదర్శకాలుగా పనిచేస్తాయి. శిలలలోను, సిరలలోను, కుద్యశిలలలోను ఖనిజాల అనుపాతాలలోని మార్పులు ధాతునిక్షేపాన్వేషణకు ఎంతో ఉపయోగ పడతాయి. అదేవిధంగా భూతలంపైఉన్న ఆక్సీకరణ చెందిన ఖనిజాలు కూడా అంతర్భాగంలో ఉన్న ధాతునిక్షేపాల ఉనికిని సూచిస్తాయి. ఆక్సీకరణను నిరోధించలేని లోహమూల పదార్థాలు మాత్రమే ఉపరితలపు బహిర్గత-లలో ఆక్సీకరణంచెంది, ఆక్సైడ్‌లు గాను. కార్బొనేట్‌లుగాను, సిలికేట్‌లుగాను. బహి ర్గతాలలో స్థిరపడి లోతులలోఉన్న ధాతునిక్షేపాలకు సూచికలుగా పనికివస్తాయి. ఈ విధంగా గోల్డ్ సిల్వర్. ఆక్సీకరణ చెందవు. ఆక్సీకరణంచెంది సూచికలుగా పనిచేసే ఖనిజాలు కాపర్, జింక్., ఐరన్, లెడ్ ఖనిజాలు. వీటిలో కాపర్‌ముదిలో హంగాను సిలికేట్ బేసిక్‌కార్బోనేట్ ఆక్సైడ్‌లుగాను జింక్ ఖనిజాలు సిలికేట్, కార్బొనేట్‌లుగాను ఐరన్, సిలికేట్, కార్బోనేట్ ఆక్సైడ్‌లుగాను లెడ్‌కార్బోనేట్ ఆక్సైడ్‌లుగాను స్థిరపడి సూచికలుగా పనికివస్తాయి. ఈ విధమైన ఆక్సీకరణం చెందిన ఖనిజాలున్న బహిర్గతాలు "గోసాన్"లతో కప్పబడినవని చెప్పుకొంటాము. యురేనియమ్ ఖనిజాలున్న శిలలు బహిర్గతమైనప్పుడు అవి పసుపుపచ్చ నారింజ ఆకుపచ్చరంగులతో ఉన్న రేడియో ధార్మిక ఖనిజాలతో కప్పబడి ఉంటాయి. లెడ్ ఖనిజమైన గెలీనా మిగిలినవాటికన్న తక్కువగా ఆక్సీకరణచెందుతుంది. కనక ఎంతో శక్తిమంతమైన ఆక్సీకరణ క్రియ అయితేనే తప్ప గెలీనాపూర్తిగా బహిర్గతాలనుంచి వెడలిపోదు. అందువల్ల అటువంటి ప్రదేశాలలో బహిర్గతాల కింది భాగాలలో ఎక్కువగెలీనా ఉండటానికి అవకాశముంది. ఈ బహిర్గతాలున్న

ప్రదేశాలలో గాడులు తవ్విన తరవాత బహిర్గతశిల లోతుభాగాలలో గెలీనా తదితర లెడ్ ఖనిజాలపాళ్లు ఎక్కువగా ఉండకపోతే అటువంటి ప్రదేశాలలో ప్రాథమిక ధాతువులో ఎక్కువగా లెడ్ లేదని రుజువు చేసుకోవచ్చు.

జింకు వలెనే కాపర్ కూడా ఆక్సీకరణ చెందినప్పుడు అతి త్వరితగతిని ద్రావణీయమై స్థలాభావం చెందుతుంది. ధాతు ఖనిజాలలో పైరైట్ ఉన్నట్లయితే దానినుంచి ఏర్పడిన సల్ఫ్యూరికామ్లము సహాయంతో కాపర్‌లో చాలా భాగము బహిర్గతాల నుంచి రవాణా అవుతుంది. సల్ఫ్యూరికామ్లాన్ని తటస్థీకరణం చేసే కార్బొనేట్ ప్రదేశ శిలగా ఉన్నట్లయితే ఈ కాపర్‌లో చాలా భాగము ఉపరితల సమీపాన్నే ఉండిపోతుంది. ఈ కారణంగా సున్నపు రాయి ప్రదేశ శిలగా గాని లేదా కుడ్య శిలగా గాని ఉన్న ప్రదేశాలలో అనంతర సల్ఫైడ్ వృద్ధి జరగదు.

నికెల్ సల్ఫైడ్ ధాతువులున్నప్పుడు వాటి ఆక్సీకరణ వల్ల ద్రావణీయమైన సల్ఫేట్ ఏర్పడుతుంది. అయినప్పటికీ ఒక్కొక్కప్పుడు లేత ఆకుపచ్చని రంగుగల మచ్చను శిలమీద ఏర్పరుస్తుంది. ఇటువంటి మచ్చ నికెల్ సిలికేట్ అయిన గార్నియరైట్ వల్ల ఏర్పడినది. అనంతర సల్ఫైడ్ వృద్ధి జరిగినప్పటికీ నికెల్ సల్ఫైడులున్న చోట్ల లాభసాటి అయ్యే నిక్షిప్త కేంద్రీకరణ జరగదు. పెరిడొటైట్, సర్పెంటినైట్, శిలలతో ఏక కాలంలో ఏర్పడిన నికెల్ ఖనిజాలు ఆ శిలలు ఆక్సీకరణ చెందినప్పుడు ఆ శిలల పై భాగంలో నికెల్ ఖనిజాలు అవశిష్ట నిక్షేపాలుగా నిలిచిపోతాయి.

ప్రాథమిక కోబాల్ట్ ఖనిజాలైన ఆర్సినైడ్‌లు, సల్ఫార్సినైడ్‌లు, సల్ఫైడ్‌లు ఆక్సీకరణం చెందినప్పుడు ఏర్పడిన సల్ఫేట్ నీటిలో కరిగి మరొక చోటికి తీసుకొని పోబడుతుంది. ఆర్సినేట్ మాత్రం స్థిరంగా ఉండి "కోబాల్ట్‌బ్లూమ్" గా మారి కోబాల్ట్ ధాతు నిక్షేపాలకు చాలా అనువైన సూచికగా ఉంటుంది.

మోలిబ్డెనైట్‌కు, నిరోధక శక్తి హెచ్చయినందువల్ల లెడ్, జింక్, కాపర్ సల్ఫైడ్‌ల వలె ఆక్సీకరణ చెందదు. అందువల్ల బహిర్గతాలలో ఉన్న మోలిబ్డినైట్ ఆక్సీకరణ మండలంలో చాలా తక్కువగా రవాణా చెంది ఎక్కువ భాగం అవశిష్టంగానే ఉండిపోతుంది. క్రోమియమ్ ధాతు ఖనిజమైన క్రోమైట్ ఆక్సీకరణ పరిస్థితులలో ఏ విధమైన మార్పు చెందక స్థిరంగా ఉండి బహిర్గతాల లోను, ప్లేసర్‌లలోను కేంద్రీ కృతమై ఉంటుంది. అత్యధికమైన ఆక్సీకరణ పరి

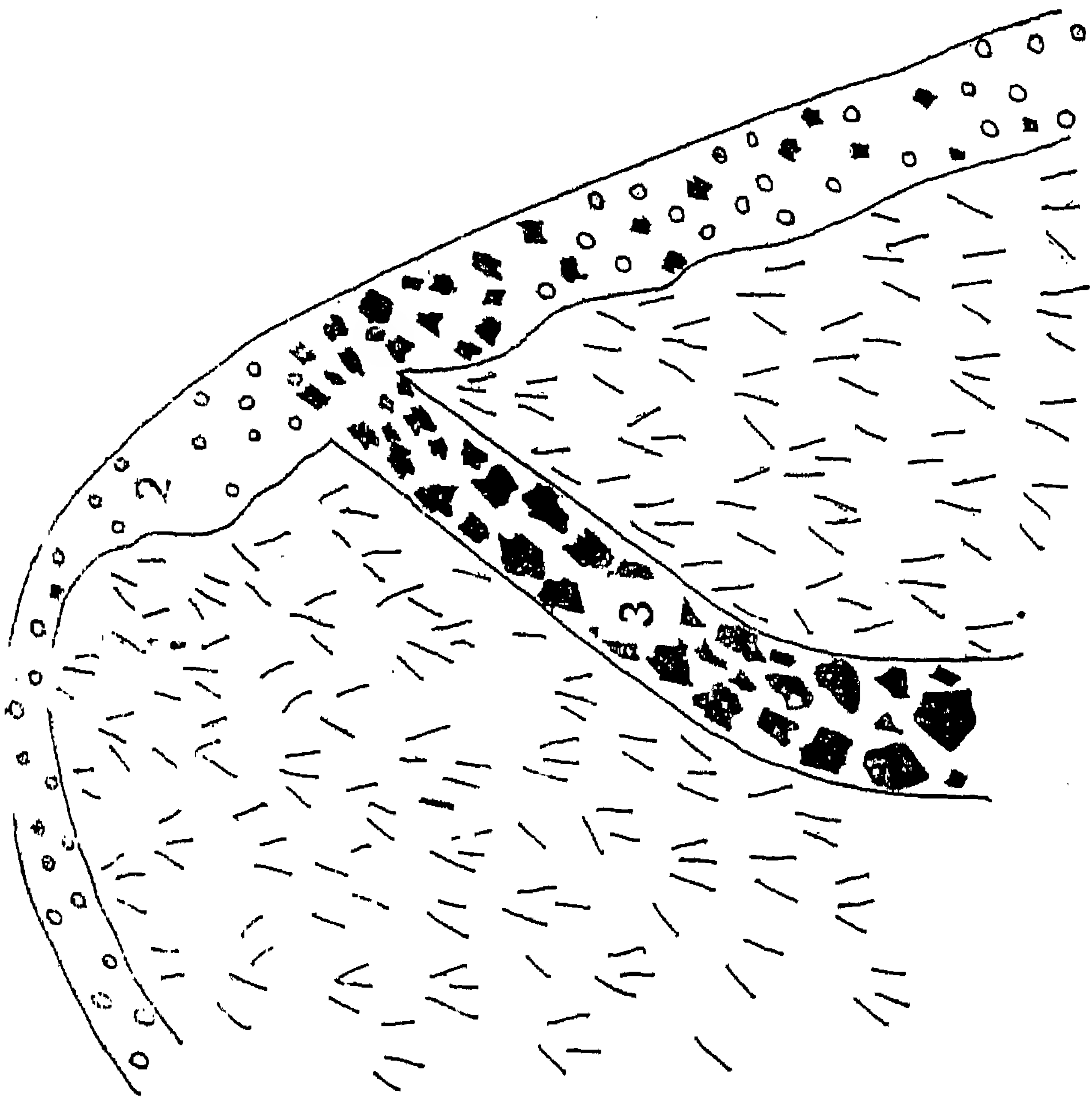
స్థితులలో మాత్రం ద్రావణీయ పదార్థాలుగా మారి ద్రావణాలుగా మరొక చోటికి రవాణా అయి "లిమొనైట్" బాక్స్‌వర్క్ (Box work) ను రూపొందిస్తుంది.

ధాతు నిక్షేపాలకు మార్గ దర్శకాలుగా ధాతు ఖనిజాలు మాత్రమే కాక అసార ఖనిజాలు (Gangue) కూడా మార్గ దర్శకాలుగా పనికి వస్తాయి. సల్ఫైడ్ ధాతు నిక్షేపాలతో బాటు క్వార్ట్జ్, కాల్సైట్ బెరైటిస్ మొదలైన అలోహ ఖనిజాలు కూడా ఉంటాయి. వీటి సిరలు బహిర్గతమైనప్పుడు వాటిలో సల్ఫైడ్, సల్ఫైడ్ ధాతు ఖనిజాల కోసం వెదకవలె. ఫ్లోరైట్ సాధారణంగా జింక్ లెడ్ ధాతు ఖనిజాలతో కలిసి ఉంటుంది. కాబట్టి ఈ ఖనిజపు సిరలున్నచోట జింక్ లెడ్ ధాతు నిక్షేపాల కోసం అన్వేషణ జరిపించవచ్చు.

కుడ్య శిలలలోని ఖనిజ మార్పులు కూడా చాలా చోట్ల మార్గ దర్శకాలుగా పని చేస్తాయి. ఈ ఖనిజ మార్పులు ప్రాథమిక చర్యల వల్ల నయినా ఏర్పడ వచ్చు ; లేదా ఉష్ణ జలీయద్రావణాల ప్రభావం వల్ల కలిగిన శైథిల్య క్రియవల్ల అనంతర మార్పులుగా ఏర్పడవచ్చు. ఈ విధంగా ఉష్ణజలీయ ద్రావణాల ప్రభావం వల్ల జరిగే శైథిల్య క్రియలో కొత్త ఖనిజ సంఘటన ఏర్పడతాయి. కొన్ని కొత్తఖనిజాలు కూడా ప్రవేశ పెట్ట బడతాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడిన శైథిల్య మండలంలో ఉష్ణ జలీయ ద్రావణాల ఉష్ణోగ్రతను బట్టి కొత్త ఖనిజాలు ప్రవేశించడం జరుగుతుంది. చాలా చోట్ల పైరైట్ సాధారణమైన ఖనిజము. హైపోథెర్మల్ ఖనిజీ కరణ చర్యలో గార్నెట్, టూర్మలీన్, బయొటైట్ మాధ్యమిక ఉష్ణ ఖనిజీ కరణ చర్య క్లోరైట్, సెరిసైట్, కార్బొనేట్‌లు సిలికా, ఎపిథెర్మల్ ఖనిజీ కరణ చర్యలో కొంత సెరిసైట్, ఎక్కువగా క్లోరైట్, కార్బొనేట్‌లు ఏర్పడతాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడిన నూతన ఖనిజ సంఘటనను బట్టి ఉష్ణ జలీయ ద్రావణాలు ఏ ఉష్ణోగ్రతలో ప్రదేశపు శిలలలో ప్రవేశించినాయో గుర్తించి ఆ తరవాత ధాతు నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం చాలా ఉపయోగము. పైన ఉదహరించిన ఖనిజా లన్నిటి వల్ల గాని, ఏ ఒక్కదాని వల్ల గాని ప్రవేశ శిలలలో ప్రతి స్థాపన జరిగి నప్పుడు ఆ విధంగా ప్రతి స్థాపించ బడిన శిలా మండలము ధాతు నిక్షేపాల ఉనికికి మార్గ దర్శకంగా ఉంటుంది. బీహారు రాష్ట్రంలోని మొసబోనీ కాపర్ నిక్షేపాలలో ప్రదేశ శిలల ఆర్జిల్లైజేషన్ (Argillisation) ద్వారా ఈ కాపర్ నిక్షేపాల ఉనికిని గ్రహించవచ్చునని డాక్టర్ కె. కామేశ్వరరావు గారి పరిశోధనలో వివరించడం జరిగింది. బహిర్గతాలయిన "వేంపల్లె సున్నపురాయి"లో సర్పెంటీన్ ఖనిజముంటే అది స్టియటైట్ నిక్షేపాలకు సూచనగా తీసుకోవచ్చునని

అనంతపురంజిల్లా, ముచ్చుకోట గ్రామం వద్దఉన్న స్టియటైట్ నిక్షేపాలలో రసాయిత జరిపిన పరిశోధనలవల్ల తెలిసింది. "వేంపల్లె సున్నపురాయి మేఖల"లో అంతర్గమ అగ్నిశిలల కిరువైపులా ప్రదేశశిలలు సర్పెంటిన్‌గా మార్పుచెందిన తరవాత ఆ సర్పెంటిన్‌లో కొన్నిచోట్ల స్టియటైట్. మరికొన్నిచోట్ల ఆస్బెస్టాస్ ఏర్పడినాయి. ఇక్కడ స్టియటైట్ గురించిగాని, ఆస్బెస్టాస్ గురించిగాని వెదికేటప్పుడు సున్నపురాతిలోని సర్పెంటిన్ మండలంలోనే వెదకవలె.

కాపర్ నిక్షేపాలలోను లోహ సల్ఫైడ్ ఖనిజనిక్షేప ప్రదేశాలలోను అన్వేషణ



పటము 8-శైథిల్యమండలము ఖనిజ కేంద్రీకరణ

1. అగ్నిశిల 2. శైథిల్యమండలము 3. ఖనిజాలు

జరపవలసినప్పుడు ఈ ప్రదేశశిలల శైథిల్యానికి ప్రాముఖ్యమివ్వవలె. అంతే కాకుండా ప్రదేశశిలలలోని ప్రాథమిక ఖనిజాలు ఏఏచోట్ల కేంద్రీకృత మవుతున్నాయో గుర్తించుకొని ఆయా ప్రదేశాలలో అన్వేషణను ద్విగుణీకృతం చేయవలె.

ప్రాథమిక ఖనిజీకరణలో విలువైన ధాతుఖనిజమే సూచికగా ఉండవచ్చు లేదా ధాతుఖనిజాలతో సమ్మిళితమైన ఇతర ఖనిజాలు కూడా సూచికలుగా ఉపయోగపడతాయి. కాపర్,లెడ్ జింక్ ధాతువులు నిక్షేపితమైన ప్రదేశ శిలలలో ఈ లోహపుఖనిజాలే సూచికలుగా ఉంటాయి. లేదా వీటితో సమ్మిళితమై ఉన్న పైరైట్‌ను గాని, కాల్సైట్‌నుగాని. క్వార్ట్జ్‌ను గాని సూచికగా తీసుకోవచ్చు. కొన్ని కొన్ని గోల్డ్‌నిక్షేపాలలో కాపర్, లెడ్, జింక్ ఖనిజాలు సూచికలుగా పనికివస్తాయి. ఇదేవిధంగా మాగ్నటైట్ నిక్షేపాలకు గార్నెట్ సూచికగా పనికివస్తుంది.

స్తరాత్మక అశ్మవిజ్ఞానాలోకమార్గదర్శకాలు

ఏదైనా ధాతునిక్షేపము ఒకేఒక అవక్షేప శిలలో మాత్రమే ఉన్నట్లయితే ఆ అవక్షేప శిలను స్తరాత్మక మార్గదర్శకంగా గ్రహించవచ్చు. అటువంటి శిల అవక్షేపశిలకాక అంతర్గమ శిలగాని, అగ్నిపర్వత ప్రవాహం గాని అయినట్లయితే దీనినే అశ్మసంబంధ మార్గదర్శకమని అనవచ్చు. ఏకకాల జనిత ధాతు నిక్షేపాల విషయంలో ధాతునిక్షేపము శిలలో ఒక భాగమే అయినట్లయితే అటువంటి శిలనే ధాతు మార్గదర్శకంగా తీసుకోవచ్చు. ఈవిధమైన స్థానీకరణ (localisation) అవక్షేప శిలలలో అతిసూక్ష్మంగా ఉంటుంది. ఒకేజాతికి చెందిన అగ్నిశిలలలో కూడా ఈ విధమైన స్థానీకరణ జరగవచ్చు. ధాతు నిక్షేపము అవక్షేప విన్యాసంలో ఒకసగమయినట్లయితే, ఆప్రదేశంలోని స్తరానుక్రమాన్ని శిలల నిర్మితిని గుర్తించి ధాతునిక్షేపపు బహిర్గతము ఎక్కడ వుండేదీ చాలా సులువుగా తెలుసుకోవచ్చు. అవక్షేపశిలలలో ఏర్పడే మాంగనీస్ సంస్తరాలను, ఐరన్‌ధాతు సంస్తరాలను, బొగ్గునిక్షేపాలను ఈ విధంగా కనుక్కోవచ్చు. అగ్నిశిలలలో ఏర్పడిన ఏకకాల జనిత నిక్షేపాలు పైనచెప్పినంత క్రమంగా ఉండక పోయినప్పటికీ గుర్తించడానికి వీలుగా మాత్రం ఏర్పడతాయి. అతిమౌలిక శిలలలోని క్రోమైట్ వ్యూకుంభకాలుగాను, చిన్న చిన్న సంస్తరాలుగాను కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది. అందువల్ల క్రోమైట్ కోసం వెదికేటప్పుడు అతిమౌలిక శిలలయిన పెరిడొటైట్‌లోగాని, దానినుంచి ఏర్పడిన సర్పెంటినైట్ శిలలోగాని, అతిమాఫిక్ శిలలలోగాని వెదకవలె: మనరాష్ట్రంలోని కృష్ణాజిల్లా కొండపల్లి ప్రాంతంలో ఈ క్రోమైట్ అతిమౌలిక పైరాక్సినైట్ లలోను, కర్ణాటక, బీహారు రాష్ట్రాలలో అతిమౌలిక శిలలలోను లభ్యమవుతుంది. బెరిల్, నియోబియమ్ ఖనిజాలు ఆంధ్రప్రదేశ్ బీహారు, కర్ణాటక రాష్ట్రాలలోని కొన్ని పెగ్మటైట్‌లలో దొరుకుతాయి.

వజ్రాలు దొరికే అగ్ని పర్వత గ్రీవశిల (Volcanic Pipe Rock) కు వజ్ర కరూరు (ఆంధ్రప్రదేశ్), పన్నా (మధ్యప్రదేశ్) ఉదాహరణలుగా తీసుకోవచ్చు తమిళనాడు రాష్ట్రం సేలం వద్దను, కర్నాటక రాష్ట్రంలోని దొడ్‌కన్య దొడ్ కతూరులవద్దను దొరికే మాగ్నసైట్ అతిమౌలిక శిలలలో ఏర్పడినదే.

అధోజన్య నిక్షేపాలలోని (Epi-genetic deposits) ధాతు ఖనిజాలు కొన్ని శిలలలోనేప్రత్యేకంగా కేంద్రీకృతమవుతాయి. కొన్నిచోట్ల ధాతువులు వగు ళ్ళను అనుసరిస్తాయి. మరికొన్నిచోట్ల అనుకూలప్రదేశ శిలలను ప్రతిస్థాపన చేస్తాయి. సంస్తరాలు అనుకూలంగాఉంటే ధాతుసిరలు కేంద్రీకృతమవుతాయి. లేదా సిరలు ధాతు ఖనిజాలను సంస్తరాలలో కేంద్రీకరిస్తాయి. అందువల్ల ధాతు నిక్షేపాలకోసం వెదికేటప్పుడు సిరలు ఏర్పడటానికి అనుకూలంగాఉండే ప్రదేశ శిలలలోనే వెదకవలె. లేదా కేంద్రీకరణచేసే సిరలకోసం సంస్తరాలను వెదక వచ్చు. అనుకూల సంస్తరాలు అవక్షేప శిలలే గానక్కరలేదు. ఏవిధమయిన ఆకృతిగల శిల అయినప్పటికీ ధాతునిక్షేప కేంద్రీకరణకు అనుకూలమైనదికావచ్చు ఇటువంటి అనుకూలత శిలయొక్క (అ) ప్రవేశయోగ్యత (Permeability), (ఆ) రసాయన ప్రతిచర్యశీలతలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

సాధారణంగా సున్నపురాయి ధాతునిక్షేపణకు ఎంతో అనుకూలమైనవై నప్పటికీ కొన్ని కొన్ని ధాతు ఖనిజాలు సున్నపురాతిలో నిక్షేపణచెందవు. ఈ సున్నపురాయి లెడ్, జింక్, ధాతు నిక్షేపాలకు అనుకూలమయిన దయినప్పటికీ గోల్డ్ నిక్షేపాలకు మాత్రం అనుకూలమయినది కాదు. స్లేట్‌లకంటె క్వార్ట్‌జైట్ శిలలు కాపర్, జింక్ ధాతునిక్షేపాలకు ఎక్కువ అనుకూలమైనవి.

నిర్మితీయ మార్గపర్యాలు :

ధాతు ఖనిజాలు మాగ్మానుంచిగాని, ఏ వివిధ ప్రక్రియవల్లగాని ఏర్పడిన తరవాత వివిధ నిర్మితుల సహాయంతో ఈ ధాతుఖనిజాలు మళ్ళీ విస్తరణచెంది ఒక్కొక్కచోట అధికంగా కేంద్రీకృతమవుతాయి. ఈ విధమైన కేంద్రీకరణకు కొన్ని నిర్మితులు చాలా అనుకూలంగా ఉంటాయి. పాతాళ అగ్నిశిలలలోగాని, అంతర్గమాలలోగాని, అగ్నిపర్వత శిలలలోగాని ఆయాశిలలు శిలాద్రవస్థితినుంచి చల్లబడి ఘనస్థితికివచ్చేసమయంలో కొన్నివిదరాలుఏర్పడి రానురాను అవిపెద్దవిగా మారతాయి. ప్రదేశశిలలలో అంతర్గమాలు ఏర్పడి నప్పుడుకూడా ఇటువంటి విదరాలు ఏర్పడతాయి. ఈశాఖ ప్రదేశాలు ధాతుద్రావణాలు ప్రయాణం చేయు టానికి ఎంతో వీలుగా ఉంటాయి. చివరకు ఇటువంటి విదరాలలో ధాతుఖనిజాలు

సిరలుగా ఖనిజీకరణ చెందుతాయి. ఇటువంటి సిరలకు, ప్రదేశ శిలలకు మధ్యగల స్పర్శలు అనేకచోట్ల స్పష్టంగాను మరికొన్ని క్రమానుగతంగాను (gradual) ఉంటాయి. సంధానము గాని, విదళంగాని ఉన్నచోట శిలలలో చలనం సంభవిస్తే భ్రంశము ఏర్పడుతుంది ఈ భ్రంశాలు అప్రదేశ యోగ్యమైన శిలాపదార్థాలతో నింపబడకపోతే ఇవి ధాతు ద్రావణాల రవాణాకు చాలా అనుకూల మార్గాలు అవుతాయి. రవాణా జరిగిన తరవాత ఈ భ్రంశతలం వెంబడి ధాతునిక్షేపాలు ఏర్పడతాయి. ఈ విధంగాకాక ధాతు ద్రావణాలు పైకివచ్చిన తరవాత భ్రంశాలేర్పడితే ధాతు ఖనిజాల కేంద్రీకరణ పక్కదారులు తీస్తుంది.

పీడన, ప్రతిబల శక్తులకు తట్టుకోలేక పగుళ్ళుబారే శిలలు ధాతునిక్షేపాల కేంద్రీకరణకు చాలా సహాయపడతాయి. ఇటువంటి శక్తుల ధాటికి తట్టుకోగలిగి ఉండి పగుళ్ళు చూపని శిలలలో ధాతునిక్షేపాలు చాలా అరుదుగా కనిపిస్తాయి. ఈవిధంగా చూసినట్లయితే క్వార్ట్‌జైట్ స్లేట్. సున్నపురాయి, శిథిలమైన అగ్ని శిలలు గ్రానైట్ శిలలు ధాతు నిక్షేపకేంద్రీకరణకు చాలా అనుకూలమైనవి. దృఢ సంస్తరాలలో సాధారణంగా పగుళ్ళు ఏర్పడక పోయినా, పీడన, ప్రతిబలశక్తులకులొంగి విచ్ఛేదమయినప్పుడు ధాతు ద్రావణరవాణాకు కేంద్రీకరణకు అనువైన పగుళ్ళ సముదాయంగాని ద్రావణాలు ప్రవేశించడానికి అనుకూలమైన బ్రెక్షియాగాని ఏర్పడతాయి.

విభంగ విన్యాసములు :

శిలలలోని విభంగాలు ధాతు ఖనిజ నిక్షేపాల కేంద్రీకరణకు ఎన్నో విధాలుగా సహాయం చేస్తాయి. ధాతు ద్రావణాలు శిలలలోకి ప్రవేశించడానికి విభంగాలు పనికి వస్తాయి. ప్రతి స్థాన ప్రక్రియ ప్రారంభం కావడానికి ముందుధాతు ద్రావణాలు ఈ విభంగాల ద్వారా శిలలలోనికి చొచ్చుకొని పోయి శిలలలో ధాతు నిక్షేపాలను కేంద్రీకరింప జేస్తాయి. ఈ విధమైన విభంగాలు కాకతాళీయంగా ఏర్పడినవి కావు. ఇవి శిలల మీద ప్రతిబల శక్తులు పని చేసినప్పుడు ఆ శిలలు వాటికి లొంగినప్పుడు ఏర్పడినటువంటివి. ఇవి శిలల బలహీన స్థానాలలో ఎక్కువగా ఏర్పడతాయి. అగ్ని శిలలకూ, అవక్షేప శిలలకూ మధ్య ఉండే స్పర్శలలోను, సంస్తరణ సమ తలాలలోను, పెళుసు శిలలలోను విభంగాలు ఏర్పడతాయి. శిలలలో భేదాలున్న చోట్ల ఒకచోట ఏర్పడిన విభంగాలు మరొక శిలలో ప్రవేశించేటప్పుడు అంతర్ధానం కావడం గాని, లేదా విభంగపు కోణము, పరిమాణము

మారడం గాని జరుగుతుంది. విభంగాలలో ఏర్పడిన ధాతు నిక్షేపాలను వెదికే టప్పుడు ఈ విషయాలను గుర్తుంచుకో వలె.

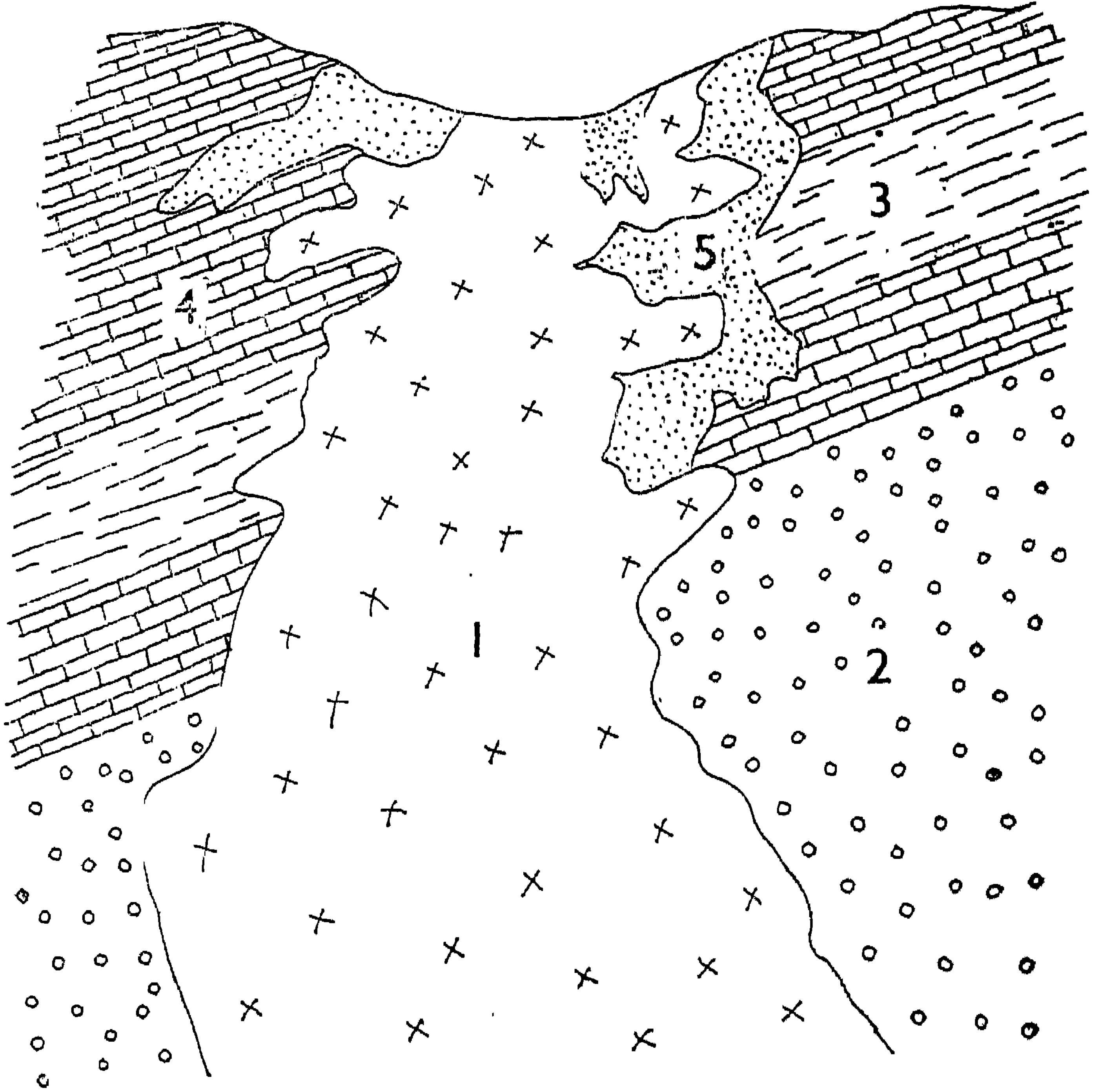
ధాతు సిరలను వెదికేటప్పుడు ఆ ప్రదేశాలలో ఉన్న సిరల విన్యాసాలను బాగా పరిశీలించి అటువంటి విన్యాసాలకు కారణ భూతమైన ప్రతిబల శక్తులు ఏ దిక్కునుంచి ఎంత బలంగా వచ్చినాయో వివేచనా శక్తితో విశ్లేషణ చేయవలె. సిరల సమూహాలు సమాంతరంగా ఏర్పడినాయో చతుర్భుజాకారంగా ఏర్పడినాయో లేదా "గ్రిడ్" రూపంలో ఏర్పడినాయో పరిశీలించి ఆయా పరిస్థితులలో ధాతు సిరాన్వేషణను సులువు చేసుకో వలె. ధాతు నిక్షేపాలు ఏ ఏ సిరల ప్రతిచ్ఛేదన స్థానాలలోను, ఎటువంటి సిరలలోను కేంద్రీకృత మవుతాయో ముందుగానే తెలుసుకొని అటువంటి సిరల కోసం ప్రతిచ్ఛేదన స్థానాల కోసం వెదకవలె. ఈ విధమైన అన్వేషణ ఉపరితలం మీదకంటె గనులలో విజయవంతంగా జరిపించ వచ్చు.

ధాతు భరితమైన సిరలు రెండు గాని, అంతకు ఎక్కువ గాని ఛేదించు కొంటున్నప్పుడు, అటువంటి ప్రతిచ్ఛేదం వద్ద ధాతు ఖనిజాలు ఎక్కువగా కేంద్రీకృత మవుతాయి. సరిగా ప్రతిచ్ఛేదం వద్ద కాకుండా కొన్ని పరిస్థితులలో పరిచ్ఛేదానికి కొంచెం దూరంగా ధాతు ఖనిజాలు కేంద్రీ కృత మవుతాయి.

స్పర్శలు :- వివిధ శిలల స్పర్శలు ధాతు నిక్షిప్తాల కేంద్రీ కరణకు చాలా అనుకూల మయినవని అన్వేషకుడు గ్రహించ వలె. ఈ స్పర్శలు వివిధ రకాలయిన శిలల మధ్యనే కాక వివిధ భౌమ ప్రక్రియల మధ్య కూడా ఉంటాయి. ఈ స్పర్శలు క్రమానుగతంగా ఉన్న చోట నిక్షేపాల కేంద్రీ కరణ ఎక్కువగా ఉండటానికి అవకాశాలున్నాయి. అందువల్ల ఖనిజ అన్వేషకుడు అన్ని విధాలయిన స్పర్శలనూ చాలా శ్రద్ధా సక్తులతో పరీక్షించ వలె.

స్పర్శలు మూడు విధాలు. శిలలు రూపొందినప్పుడే శిలకూ, శిలకూ మధ్య ఏర్పడే స్పర్శ మొదటిది. అగ్నిశిల అంతర్గమనం చెందినప్పుడు ఇటువంటి అంతర్గమానికి, అది చొచ్చుకొని పోయిన ప్రదేశ శిలకూ మధ్య గల స్పర్శ రెండవది. నిర్మితీయ విరూపణ కారణంగా ఏర్పడిన స్పర్శ మూడవది. ఈ మూడు విధాలయిన స్పర్శలూ ధాతు నిక్షేపాల కేంద్రీ కరణకు చాలా అనుకూల మైనవి. వీటిలో మొదటి దాని కన్న మిగిలిన రెండు విధాలయిన స్పర్శలూ మరింత అనుకూలమైనవి. అవక్షేప శిలలలో ఒక దానికి, మరొక దానికి మధ్య

ఏర్పడే స్పర్శలలో ఉష్ణ జలీయ ధాతుద్రావణాలు చొచ్చుకొని పోయి ధాతు ఖనిజాలను కేంద్రీకరించడం జరుగుతుంది. ఇటువంటి స్పర్శలలో దుర్బల మండలా లుండటం వల్ల ఇటువంటి కేంద్రీ కరణకు ఎక్కువ అవకాశము ఉంటుంది. అంతర్గమనం జరిగినప్పుడు ఏర్పడిన స్పర్శలలో మాగ్మాటిక్ నిర్గ



పటము-4-గ్రానైట్ స్పర్శఖనిజ కేంద్రీకరణ
1. గ్రానైట్ అంతరోర్గమము 2,3,4. అవక్షేపశిలలు
5. స్పర్శవద్ద ఖనిజకేంద్రీకరణ

మాల వల్ల చాలా ఎక్కువ భాగంలో ధాతు ఖనిజ కేంద్రీ కరణ జరుగుతుంది. నిర్మితీయ విరూపణ వల్ల ఏర్పడిన స్పర్శలలో కూడా దుర్బల మండలాలుండటం వల్ల మాగ్మా సంబంధమైన ఉష్ణ జలీయ నిర్గమాల నుంచి వెలువడే ధాతు ద్రావణాలు స్ఫటికీ కరణ చెంది ధాతు ఖనిజ సముదాయము కేంద్రీకృతమై ఉంటుంది.

పైన చెప్పిన స్పర్శలలో ధాతుఖనిజ కేంద్రీకరణ జరిగినప్పుడు ఈ ఖనిజాలు ప్రదేశ శిలలలోకి కొంతమేరకు చొచ్చుకొని ఉంటాయి. ఈ విధంగా

ధాతు ఖనిజాలు చొచ్చుకొనిపోయే ప్రదేశ శిలా భాగము ధాతు ద్రావణాల ప్రవేశ శక్తిని బట్టి, ప్రదేశ శిలల సంఘటనను బట్టి, వాటి రేణు పరిమాణాన్ని బట్టి, ధాతు ద్రావణాలకు ప్రదేశ శిలలకు మధ్య రసాయన ప్రక్రియకు గల అవకాశాన్ని బట్టి ఉంటుంది. అసలైన స్పర్శలు మట్టితోను, చెట్లతోను కప్పబడి ఉన్నచోట్ల ఈ విధంగా ప్రదేశ శిలలలో విస్తరణ (dissemination) చెందిన ధాతు ఖనిజాల నాధారంగా తీసుకొని స్పర్శల కోసం, ఆ స్పర్శలలో ధాతు ఖనిజ సముదాయం కోసం వెదకితే సత్ఫలితాలు లభిస్తాయి. ప్రదేశ శిలలు ప్రతిస్థాపనకు చాలా అనుకూలమైతే ధాతు ద్రావణాలు స్పర్శలలో స్ఫటికీ కరణం చెందటమే కాక ప్రదేశ శిలను చాలా భాగం ప్రతిస్థాపన చేస్తాయి. ఇటువంటి ప్రతి స్థాపనకు సున్నపు రాయి, డోలమైట్, మాధ్యమిక అగ్ని శిలలు చాలా అనుకూలమైనవి. అగ్ని శిలలు ప్రదేశ శిలలలోకి అంతర్గమనం చెందినప్పుడు అవి ఒక్క చోట కాక అనేక చోట్ల చొచ్చుకోవ డానికి కూడా అవకాశముంది. అందువల్ల అగ్నిశిల స్పర్శలలో ధాతు ఖనిజాల ఉనికిని గుర్తించినప్పుడు ఆ ప్రాంతంలో మరికొన్ని అగ్ని శిలా స్పర్శలకోసం వెదకవలె.

అగ్నిశిల అంతర్గమన సమయంలో ధాతుఖనిజాల కేంద్రీకరణే కాకుండా ప్రదేశశిల అవక్షేపశిల అయితే అదిరూపాంతర ప్రాప్తి చెంది అందువలనకొన్ని అలోహధాతు ఖనిజాలుకూడా ఏర్పడవచ్చు. ఈవిధంగా అగ్నిశిలకు; ప్రదేశశిలలకు గల స్పర్శలు చాలా ముఖ్యమైనవని గమనించవలె. ధాతుద్రావణాల స్ఫటికీకరణం వల్ల టంగ్‌స్టన్, గోల్డ్ కాపర్, లెడ్, జింక్ మొదలైన లోహధాతువులు, ప్రదేశశిల రూపాంతరప్రాప్తి పొందడంవల్ల స్టియటైట్, ఆస్బెస్టాస్, గ్రాఫైట్ గార్నెట్ కొరండమ్ మొదలైన అలోహధాతువులు ఏర్పడతాయి. పెగ్మటైట్ మైకాషిస్ట్‌ల స్పర్శస్థానాలలో మేలురకం మైకా ఏర్పడుతుంది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని నెల్లూరుజిల్లా గూడూరు ప్రాంతంలో లభ్యమయ్యే మైకా ఈవిధంగా కేంద్రీకృతమైనదే. తమిళనాడు రాష్ట్రంలోని తిరుచిరాపల్లి జిల్లా కడవేర్‌వద్ద పెగ్మటైట్‌లలో లోపల ఉన్న క్వార్ట్జ్‌కు బయటివైపునఉన్న ఫెల్‌స్పార్‌కు మధ్యఉన్న స్పర్శలలో కొలంబైట్ టాంట్‌లైట్ ఖనిజాలు కేంద్రీకృతమయినాయి. కడప వ్యవస్థలోగల "వెంపల్లె సున్నపురాయి" విన్యాసంలో మౌలిక శిలలఅంతర్గమనం వల్ల ఏర్పడిన స్టియటైట్, ఆస్బెస్టాస్‌సిల్ శిలల రూపంలో ఉన్నమౌలిక శిలలకూ "వేంపల్లెసున్నపురాయి"కీ మధ్యగల స్పర్శలలో కేంద్రీకృతమైఉన్నాయి. ఈ "వేంపల్లె సున్నపురాతిమేఖలలో ఈ అలోహఖనిజాల కోసం అన్వేషణచేసేటప్పుడు ఈస్పర్శల్ల చేరువలోనే

అటువంటి అన్వేషణ జరపవలె. ఆంధ్రలోని ఉభయగోదావరి, ఖమ్మమ్, విశాఖ పట్నం జిల్లాలలో ఖోండలైట్ శిలలలో లభించే గ్రాఫైట్ అంతర్గమ మయిన పెగ్మటైట్‌లకు ఖోండలైట్‌లకు మధ్యఉన్న స్పర్శలలో కేంద్రీకృతమైనది. ఇటువంటి గ్రాఫైట్‌నిక్షేపాలు కేరళలోని తిరువనంతపురం, కోయిలమ్ (Quilon), ఎర్నాకులమ్ జిల్లాలలో ఇదేవిధంగా కేంద్రీకృతమయినాయి, తమిళనాడు రాష్ట్రంలో శేలం జిల్లాలోని "సిత్తంపుండి ఎనార్థోసైట్ మేఖల"లో లభించే కోరండమ్ ఎనార్థొసైట్‌లు, నయనైట్‌లకును మధ్యగల స్పర్శలలో కేంద్రీకృతమై ఉంది. మనదేశంలో పైన ఉదాహరించిన నిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు పైనచెప్పిన స్పర్శలను జాగ్రత్తగా పరిశోధించవలె.

వళులు:—వళీభవనం చెందిన శిలలలో కొన్నికొన్ని వళిభాగాలు ధాతునిక్షేపాల కేంద్రీకరణకు అనువైన స్థానాలుగా ఉంటాయి. వళులలోని అవనతి శృంగ భాగాలు అభినతిశ్రోణిభాగాలు, లేదా పార్శ్వభాగాలు ఇటువంటి కేంద్రీకరణకు వీలైన స్థావరాలు. వీటిలో ధాతునిక్షేపాలు ఏభాగంలో కేంద్రీకరించబడతాయి. అనేది ముడుతలు, ధాతునిక్షేపాలు ఏర్పడే కాలాలను బట్టి ఉంటుంది. ధాతునిక్షేపానికి ముందుగా వళులు ఏర్పడినాయా లేదా తదనంతరం ఏర్పడినాయా లేదా రెండూ ఇంచుమించు ఒకే కాలంలో ఏర్పడినాయా? అనేవిషయం తెలుసుకొన్నట్లయితే ధాతుకేంద్రీకరణ వళుల ఏ భాగంలో జరుగుతుందో. తెలుసుకోవచ్చు.

ధాతుఖనిజాలు ఏర్పడిన తరవాత శిలలలో వళులు ఏవిధంగా తీర్చిదిద్ద బడతాయో ఆవిధంగానే ధాతువుకూడా రూపొందుతుంది. ధాతువంతా ఒక అవక్షేప శిలమాదిరిగాఉన్నట్లయితే అప్పుడు ధాతునంస్తరంలోని మార్పులు ఆ ప్రదేశపు అవక్షేప శిలలసంస్తరాలలోని మార్పుల కనుగుణంగా ఉంటాయి. ధాతువు కేంద్రీకృతం కావడంగాని, మందం తగ్గడంగాని జరగదు. ఒకవేళ మందంలో ఏవయినా మార్పున్నట్లయితే ఆమార్పులు అవక్షేప దశలోనివేగాని వళులవల్ల ఏర్పడినవికావు.

ధాతువు ఏర్పడిన తరవాత రూపొందిన వళులవల్లఇంచుమించు సమనత వళుల వలె బిగువుగా ఉన్నట్లయితే ధాతువు వళుపార్శ్వాలలో పలచబడి వంపులలో మంద మెక్కుతుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో వళుల ఆనతి (Plunge of the folds) వెంబడి మందం ఎక్కువఉన్న ధాతునిక్షేపం లభిస్తుంది. వళుల పార్శ్వాలలో

ఏర్పడిన విదళనలు (Cleavages) కరణవళులు ప్రధానవళులతో ఎటువంటి సంబంధంకలిగి ఉన్నాయో తెలుసుకొని వళిలో సంస్తరాలలో ఏభాగం వళీభవనం చెందే ముందు ఉపరితలందిక్కుగా ఉందో తెలుసుకొన్నట్లయితే ఈవిధమైన నిర్మితులను చాలా సులువుగా గ్రహించవచ్చు.

ఉష్ణజలీయ ద్రావణాల ప్రభావంతో డోలమైట్‌లోగాని, మేగ్నిషియమ్ భరిత సున్నపురాయి లోగాని సర్పెంటిన్ స్టియటైట్ మొదలైన అలోహ ఖనిజాలేర్పడేటప్పుడు, అలోహఖనిజంగా మార్చబడిన సంస్తరము వళుల ప్రభావం వల్ల అపనతి శృంగభాగాలలోను, అభినతి ద్రోణీభాగాలలోను మందంగా ఉండి. పార్శ్వాలలోను, పలచగా ఉంటుంది. ఈవిధమైన మార్పును అనంతపురంజిల్లా ముచ్చుకోటవద్దఉన్న స్టియటైట్‌నిక్షేపాలలో చూడవచ్చు. వళులలో ఏర్పడినధాతు నిక్షేపాలలో చాలా ఎక్కువశాతం ఈ విధంగావళులతోబాటు ఏర్పడినవే. ఇట్లాకాక ధాతువు ఏర్పడిన తరవాత ముడుతలు పడి కొత్తస్థానాలలో ధాతునిక్షేపాల కేంద్రీకరణ జరుగుతుంది. ఈవిధంగా కేంద్రీకరించబడిన ధాతుఖనిజాలు ఏఒక్క సంస్తరానికీ చెందిఉండవు.

ధాతునిక్షేపాలు ఏర్పడటానికి ముందుగానే వళులుఏర్పడినట్లయితే ఆవళుల లోకి ధాతుద్రావణాలు చొచ్చుకొనిపోయి ధాతుఖనిజాలను వళులలోనిబలహీన మండలాలలో నిక్షిప్తంచేస్తాయి. ముడుతలు పడినప్పడు సంస్తరాలలో పగుళ్ళు ఏర్పడతాయి. ఈ పగుళ్లు ఏవిధంగా ఏర్పడతాయి అనేది ముడుతల ప్రభావంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ముడుతల వంపులలో ఎక్కువగా ఈ పగుళ్లు ఏర్పడతాయి. ముడుతలలోని పెళుసుశిలలు వంపులలో పగిలి బ్రెక్షియాలుగా మారి ధాతుద్రావణ కేంద్రీకరణకు, ప్రతి స్థాపనక్రియకు సహాయకారులవుతాయి. వళుల వంపులు ఏవిధంగా ధాతునిక్షేపాల కేంద్రీకరణకు అనుకూలంగా ఉంటాయో అదేవిధంగా కొన్నికొన్నిసందర్భాలలో పార్శ్వాలు కూడా ధాతు కేంద్రీకరణకు అనుకూలంగా ఉంటాయి.

ప్రతిస్థాపనక్రియవల్ల ఏర్పడిన ధాతుసంస్తరాలుముడుతలు పడినప్రదేశాలలో ధాతునిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు ముడుతలతో బాటు ఏర్పడిన ధాతునిక్షేపాలను వెదకడానికి ఏగుర్తులు ముఖ్యమైనవో అవేగుర్తులను దృష్టిలోఉంచుకొని అన్వేషణ సాగించవలె. ముడుతలుపడిన శిలలలోకి ధాతుద్రావణాలు చొచ్చుకొని పోయేటప్పుడు ఈ ముడుతలు ధాతుద్రావణాల రవాణామీద ప్రభావం కలిగి ఉంటాయి. ధాతుద్రావణాలు ఉపరితలదిశగా ప్రయాణంచేస్తున్నట్లయితే వళుల

అపనతులు ఈ ద్రావణాలను కూడదీసి కేంద్రీకరిస్తాయి. అభినతులు విక్షేపణ చేస్తాయి. ద్రావణాలు ఉపరితలంనుంచి అధోముఖంగా ప్రయాణం చేస్తుంటే అభినతులు అటువంటి ద్రావణాలను కేంద్రీకరిస్తాయి. అపనతులు విక్షేపిస్తాయి. ఇటువంటి సందర్భాలలో నిక్షేపాల అన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు ద్రావణాల రవాణా ఏదిశనుంచి ఏదిశకు జరిగిందో తెలుసుకోగలిగినట్లయితే అభినతులలో గాని అపనతులలో గాని అన్వేషణను ఉధృతం చేయవచ్చు.

భ్రంశాలు ధాతునిక్షేపాల సంధానము :- భ్రంశాలు ధాతు ద్రావణాల కేంద్రీకరణకు ఎంత ఉపయోగమో ఇంతకుముందు చెప్పడం జరిగింది. ధాతు నిక్షేపాల విసంధానానికి కూడా ఈ భ్రంశలు ఏంతగానో కారణభూతులవుతున్నాయి. ధాతునిక్షేపాలు మూడువిధాలుగా విసంధానం చెందుతాయి. వళులవల్లగాని, భ్రంశాల కారణంగాగాని అంతర్గమాలవల్లకాని ఈ విసంధానం జరుగుతుంది. ముడుతలవల్ల ఏ విధమైన మార్పులు వస్తాయో ఇంతకుముందు చెప్పడం జరిగింది. భ్రంశాలు, అంతర్గమాలు ఈవిసంధానాన్ని కలగజేసినప్పుడు ధాతు నిక్షేపాలు ఏ విధంగా మార్పుచెందుతాయో ఇప్పుడు తెలుసుకొందాము. ఈ విజ్ఞానము కొత్తధాతు నిక్షేపాలను కనుక్కోవటానికి అంత ఉపయుక్తం కాకపోయినప్పటికీ పాతధాతు నిక్షేపాలలో నిక్షేపాల సంస్తరాలు ఏఏ దిశలలో ఉన్నాయో తెలుసుకోవడానికి చాలా ఉపయోగిస్తుంది. భ్రంశాలు ధాతునిక్షేపాలలో క్షితిజ సమాంతరంగాను, ఊర్ధ్వంగాను కూడా స్థానభ్రంశాన్ని కలిగిస్తాయి. ఏదైనా గనిలో భ్రంశాలమూలంగా ధాతు సంస్తరము విసంధానం చెందినప్పుడు భ్రంశాలకు అవతలిభాగంలో ధాతుసంస్తరపు అవిచ్ఛిన్నభాగాన్ని కనుక్కోవలెనంటే నిక్షేపాన్వేషకుడు జ్యామితి శాస్త్ర సహాయంతో లెక్కలుగట్టి భ్రంశాలవల్ల ఏఏ దిక్కులలో ఎంతెంత విసంధానము సంప్రాప్తించినదో తెలుసుకోవలె, ఆతరవాత ఆ భ్రంశాలకు అవతలి భాగంలో ధాతువు ఏ ప్రాంతంలో ఉందో సులువుగా బోధపడుతుంది. ఈ విధంగా అన్వేషణ కొనసాగించకపోతే గనులలో భ్రంశాలకు అవతలి వైపున ఉన్న ధాతునిక్షేపాలు మరుగునపడిపోతాయి.

ధాతుసంస్తరము అనోదైర్ఘ్య భ్రంశంవల్లగాని, నతిభ్రంశంవల్లగాని విసంధానం చెందినప్పుడు, ఆధాతు సంస్తరాన్ని ఒకవక్కనుంచి తొలిచివెలికి తీసేటప్పుడు భ్రంశతలంవద్ద ధాతునిక్షేపం అంతర్ధానమవుతుంది, అప్పుడు భ్రంశ సమతలాన్ని పరీక్షించి స్థానభ్రంశము భ్రంశసమతలానికి దిగువ భాగంలో ఉందో,

వైభాగంలో ఉందో నిర్ధారణ చేసుకొని ధాతు నిక్షేపసేకరణను కొనసాగించవలె లేకపోతే భ్రంశసమతలంవరకే ధాతునిక్షేపము ఉంటున్న పొరపాటు భావంతో భ్రంశానికి అవతలి వైపున ఉన్నవిలువైన ధాతు నిక్షేపాన్ని వదులు కోవలసి వస్తుంది.

భ్రంశ సమతలానికి ఎటువైపున స్థానభ్రంశం జరిగిందో తెలుసుకోవడానికి ముఖ్యమైన కొన్ని విధానాలున్నాయి. మొదటిది భ్రంశమండలానికి ఇరువైపులా ఉన్న కుడ్యశిలల పరీక్ష. రెండవది భ్రంశమండలాలలో ఏర్పడిన కర్షణను పరిశీలన చేయడం మూడవది భ్రంశమండలాలలో భ్రంశ కుడ్యం మీద కనిపించే భ్రంశచారల పరిశీలన.

భ్రంశాలు ధాతునిక్షేపణ పూర్వభ్రంశాలని ధాతు నిక్షేపణ అనంతరభ్రంశాలని రెండువిధాలు ధాతునిక్షేపణ పూర్వభ్రంశాలలో ధాతు ద్రావణాలు ధాతువును నిక్షేపించినప్పుడు ఆభ్రంశాలకు రెండువైపులా ధాతు నిక్షేపముఉండదు. భ్రంశ సమతలాలలో మాత్రమే ఖనిజీకరణ జరిగిఉంటుంది. భ్రంశానికి ధాతు ఖనిజకేంద్రీకరణ జరుగుతుంది. ధాతు నిక్షేపణ అనంతర భ్రంశాలలో ధాతు సంస్తరాలు భ్రంశాల కిరువైపులా కనిపిస్తాయి. అందువల్ల ఏదైనా ధాతు నిక్షేపంలో భ్రంశాలను కనుక్కొన్నప్పుడు ఆ భ్రంశాలు ధాతు నిక్షేపణకు ముందు కాలానివో లేదా నిక్షేపణ అనంతర సంఘటనలో తెలుసుకోవడం చాలా ముఖ్యము. నిక్షేపణపూర్వ భ్రంశాల విషయంలో అన్వేషణమైన చెప్పిన విధంగాకాక మరొక విధంగా ఉంటుంది. ధాతు నిక్షేపాన్వేషణ భ్రంశసమతలం నుంచి సాగించవలె భ్రంశ మండలంలో కూడా ఖనిజీకరణ ఉంటుంది కనక అది ఏదిశగా ఉందో పరీక్షిస్తూ ముందుకు పోవలె.

ధాతు నిక్షేపణ అనంతర భ్రంశాలను ధాతువులోని "స్లికెన్‌సైడ్‌ల" వల్లనూ, బ్రెక్షియా వల్లనూ, భ్రంశమండలంలోని కర్షణ ధాతువు వల్లనూ గుర్తించవచ్చు. సిరలు ధాతు సంస్తరాలు భ్రంశాల కిరువైపులా పార్శ్వచలనం చెందుతుంది.

ధాతునిక్షేపాల మీద భ్రంశాల ప్రభావము బొగ్గు నిక్షేపాలలో చూడవచ్చు. ఉష్ణజలీయ ద్రావణాలవల్ల ఏర్పడిన ధాతు నిక్షేపాలలోకూడా వీటిప్రభావం కనిపిస్తుంది. ధాతునిక్షేపణ పూర్వభ్రంశాలలో ధాతు కేంద్రీకరణకు ఉదాహరణగా

"వేంపల్లె సున్నపురాతిమేఖల"లోని బెరైటీస్ నిక్షేపాలను తీసుకోవచ్చు. కర్నాటక రాష్ట్రంలోని బళ్ళారి—హోస్‌పేట, టుంకూరు—చిత్రదుర్గ, బాబాబుడన్ కొండలలో లభ్యమయ్యే ఐరన్ ఖనిజధాతువు పట్టిత హెమటైట్ బెల్ట్‌జాస్పర్ క్వార్ట్జైట్ శిలలకుంచి భ్రంశాలలోను, వలులలోను, విభంగ మండలాలలోను కేంద్రీకృతమైనదే.

సాధారణంగా నిక్షేపాన్వేషకుడు ఉపరితలం మీద పైనవిపరించ బడిన నిర్మితుల ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి కొంత వ్యవధి పడుతుంది. నిర్మితీయ భూవిజ్ఞాన శాస్త్రంలో ప్రావీణ్యమున్నవారికి ఇది సులభమే, ఇతరులకు కొంచెం కష్టసాధ్యము. భూమి ఉపరితలం మీద ఇటువంటి నిర్మితులు అన్నిప్రదేశాలలోను కనిపించవు. ఒకవేళ భూపటల అంతర్భాగంలో అవి ఉన్నప్పటికీ ఉపరితలం పైన ఉన్న మృత్తిక వృక్షజాలాలవల్ల అవి కనుమరుగవుతాయి. వీటి ఉనికిని తెలుసుకోవడం భూ భౌతిక శాస్త్రపద్ధతుల వల్లనే సాధ్యమవుతుంది.

౩

భూరసాయన శాస్త్రవిధానాలు

ఖనిజాన్వేషణలో భూరసాయనిక శాస్త్రపద్ధతులకు మూలాధార విజ్ఞాన శాస్త్రాలు భూవిజ్ఞాన శాస్త్రము, రసాయన శాస్త్రము. కొన్ని రసాయనశాస్త్ర సూత్రాలను ఉపయోగించి భూవిజ్ఞానశాస్త్ర సమస్యలను అర్థంచేసుకొని వాటిని సరిఅయిన పద్ధతిలో వినియోగిస్తూ నిక్షేపాన్వేషణ సాగించడమే భూరసాయన శాస్త్ర ఖనిజాన్వేషణ. ఖనిజాన్వేషణలో భూరసాయన శాస్త్రపద్ధతుల ప్రాముఖ్యము ఈ శతాబ్దపు రెండవభాగంలో అధికమైంది. ఈపద్ధతులద్వారా లోహఖనిజాన్వేషణే కాకుండా అలోహముల,ఇంధన ఖనిజాల అన్వేషణకూడా జరుగుతున్నది.

భూరసాయన శాస్త్రపద్ధతుల విశిష్టత ఖనిజాలలోని, శిలలలోని మూలకాలను అంచనా వేయడానికి ఉపయోగించే విశ్లేషణ పద్ధతిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ విశ్లేషణ పద్ధతి తక్కువ వ్యవధిలో ఎక్కువనమూనాలను విశ్లేషించడానికి అతి సూక్ష్మప్రమాణాలలోఉన్న రసాయనిక ధాతువులను విశ్లేషించడానికి వీలైనదిగాను, అతిసున్నితమైనదిగాను, క్షేత్రంలో కూడా ప్రయోగాలు చేయడానికి వీలు కలిగేదిగాను ఉండవలె. ఈ విధమైన విశ్లేషణ పద్ధతులలో ముఖ్యమైనవి, అందరికీ అందుబాటులో ఉన్నవి ఈ దిగువ పేర్కొనబడినాయి.

(a) జ్వాలా కాంతి మాపక పద్ధతి.
(Flame-Photometric Method)

(b) వర్ణ మాపక పద్ధతి
(Colorimetric Method)

(c) వర్ణ పట కాంతి మాపక పద్ధతి
(Spectrophotometric Method)

(d) వర్ణ పట లేఖినీ పద్ధతి
(Spectrographic Method)

(e) పరమాణు శోషణ వర్ణ పట మాపక పద్ధతి

(Atomic Absorption Spectophotometric Method) ఈ పైపద్ధతులలో వర్ణపట లేఖినీ పద్ధతి (Spectrographic Method) ద్వారా తక్కువ వ్యవధిలో ఎక్కువ నమూనాలలో హెచ్చు మూలకాలను అంచనా వేయ వచ్చు. భూరసాయన శాస్త్ర ఖనిజాన్వేషణ పద్ధతులు భూమి ఉపరి భాగంలోని ఘన, ద్రవ, వాయు పదార్థాల విశ్లేషణ మీద ఆధారపడి ఉన్నాయి. చాలా సందర్భాలలో ఘన పదార్థపు విశ్లేషణ విషయంలో భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతి అని ద్రవ పదార్థం విషయంలో జల రసాయన శాస్త్ర పద్ధతి అని అనడం పరి పాటి. భూరసాయన, జల రసాయన పద్ధతులు లోహ ధాతు ఖనిజాలను, అలోహ ఖనిజాలను వెదకడానికి, వాయు పద్ధతులు పెట్రోలియమ్ నిక్షేపాలను వెదక డానికి ఉపయోగ పడతాయి.

భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతులద్వారా ఖనిజాన్వేషణ సాగించేటప్పుడు విశ్లేషణ పద్ధతులలో పరిజ్ఞానం మాత్రం చాలదు. ఈ పద్ధతులను ఎటువంటి సందర్భాలలో ఏ విధంగా ఉపయోగించ వలె? ఏ ఏ ఖనిజాలలోను, శిలలలోను ఎటువంటి రసాయన ధాతువులు సమ్మిశితమయి ఉంటాయి? నమూనాలను ఎక్కడ ఏ విధంగా సేకరించ వలె ? వచ్చిన ఫలితాలను ఎటువంటి విధానంలో విపులీక రించ వలె ? అనే విషయాలను ఖనిజాన్వేషకుడు క్షుణ్ణంగా తెలుసుకోవలె. ఇక్కడ మనము ముఖ్యంగా గమనించ వలసినది ఒక్కటి. భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతుల ద్వారా మనకు కనిపించే శిలలలో ఏ ఖనిజాలున్నాయో తెలుసు కోగలము. భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతులద్వారా మనకు కనిపించని శిలలలో కూడా ఏ ఖనిజాలుండటానికి అవకాశముందో తెలుసుకో వచ్చు.

ఈ శాస్త్ర పద్ధతులలో నాలుగు విధాలున్నాయి. బహిర్గత శిలల ఖనిజ ల నమూనాలు సేకరించి వాటిని విశ్లేషించి, వాటి విలువలను బట్టి అన్వేషణ జరి పించడం మొదటి పద్ధతి. ఎటువంటి శిలా బహిర్గతాలూ లేనప్పుడు అటువంటి ప్రదేశాలలో మృత్తికను విశ్లేషించి ఖనిజాన్వేషణ కావించేది. రెండో పద్ధతి. జలాశయాలు, నదులు, బావులు, అంతర్భాగ జలాలు-వీటి నమూనాలను సేకరించి విశ్లేషించి వాటి ద్వారా ఖనిజాన్వేషణ చేసే పద్ధతి మూడవది. ఒక ప్రదేశం లోని వృక్ష సంపత్తిని ఆధారంగా చేసుకొని వృక్షాల వివిధ భాగాలను విశ్లేషించి వాటి విలువలను ఖనిజాన్వేషణకు ఉపయోగించడం నాలుగవ పద్ధతి. వీటిలో మొదటి రెండిటినీ భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతి గానే పరిగణిస్తూంటారు. మూడవది

జల రసాయన పద్ధతి అని పరిగణించడం జరుగుతుంది. నాలుగవ పద్ధతిలో రెండు విధానాలున్నాయి. మొదటిది జీవ భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతి (Biogeo-chemical Method) : రెండవది భూవిజ్ఞాన-వృక్ష శాస్త్ర పద్ధతి (Geo Botamical Method) ఒకే ప్రదేశంలో పెరుగుతున్న ఒకే జాతి మొక్క-వివిధ భాగాలను వేర్వేరుగా విశ్లేషణ చేసి ఆ ఫలితాలను ఖనిజాన్వేషణకు ఉపయోగించుకోవడం జీవ భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతి అవుతుంది. ఏ ఏ ప్రదేశాలలో ఏ జాతి మొక్కలు ఎందుకు పెరుగుతున్నాయో సకారణంగా తెలుసుకొని ఆ ఫలితాలను ఖనిజాన్వేషణకు ఉపయోగించుకోవడం భూవిజ్ఞాన-వృక్ష శాస్త్ర పద్ధతి ఈ పైన పేర్కొన్న వాటి నన్నింటినీ "భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతులు" అని సాధారణంగా అంటారు. బహిర్గత శిలలు లేని చోట్ల చేసే భూరసాయన ఖనిజాన్వేషణ ఎక్కువ ఉపయోగ కరంగా ఉంటుంది.

భూరసాయన సూచికలు (Geochemical Indicators)

భూరసాయన శాస్త్ర పద్ధతులలో సూచికల ప్రాధాన్యము హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఖనిజ కేంద్రీకరణ స్థానం వద్దను, దానికి సమీపంలో ఈ క్రింద పేర్కొనబడిన మూడు విధాలయిన మూల ద్రవ్యాలను గుర్తించవచ్చు.

(అ) ఖనిజాలలోని ప్రధాన మూలకాలు (Principal Elements)

(ఆ) ఖనిజ కేంద్రీకరణకు సంబంధంలేని మూలకాలు

(ఇ) సూచిక మూలకాలు (Indicator eliments)

అగ్ని శిలలలోను, అవక్షేప శిలలలోను, మృత్తికలోను, జలాశయాలలో ఉన్న ఒక కచ్చితమైన నిష్పత్తిలోఉన్న మూలకాల మిశ్రమాలు భూరసాయన సూచికలుగా శిలల పుట్టుకను గురించి, ఖనిజాల పుట్టుక గురించి ఎన్నో విషయాలు విపులీకరిస్తూ ఖనిజాన్వేషణకు దోహద కారులుగా ఉంటాయి. ఉదాహరణకు పైరైట్ మిశ్రిత శిలా బహిర్గతాల పైనా, అతి మౌలిక శిలా బహిర్గతాలపైనా ఏర్పడిన గోసాన్‌లలో మూలక మిశ్రమంలో తేడా ఉంటుంది. ఈ రెండు గోసాన్‌లలోని Ni : Co. నిష్పత్తులను కనుక్కోవడం ద్వారా, వీటితో బాటు సిల్వర్ ధాతువుకూడా మిశ్రితమై ఉందా ? లేదా ? అని తెలుసుకోవడంతోను ఈ సమస్య పరిష్కారమవుతుంది. ఏ విధంగానో తెలుసుకొందాము: అతి మౌలిక శిలల మీద ఏర్పడిన గోసాన్‌లలో కోబాల్ట్ కన్నా నికెల్ అధికంగా ఉంటుంది. సిల్వర్

అసలు ఉండదు. పైరైట్ మిశ్రిత శిలల మీద ఏర్పడిన గోసానులలో నికెల్ కన్న కోబాల్ట్ హెచ్చుగా ఉంటుంది. దీనితో బాటు సిల్వర్ కూడా ఉంటుంది. ఇదే విధంగా ఉష్ణ జలీయ ఖనిజాలను అవక్షేప ఖనిజాల నుంచి గుర్తించేటప్పుడు **Ba : Sr** నిష్పత్తి చాలా ఉపయోగ పడుతుంది. ఉష్ణ జలీయ ఖనిజాలలో బేరియమ్ ఎక్కువగా ఉంటుంది. అవక్షేప ఖనిజాలలో స్ట్రాన్షియమ్ హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఖనిజ స్వరూపానికి సమీపంలో విస్తరించి ఉన్న ఖనిజీ కృత మండలంలోని కొన్ని మూలకాలు భూరసాయన సూచికలుగా పని చేస్తాయి. ఇటువంటి సూచికగా మెర్క్యురీ చాలా ప్రాముఖ్యం వహిస్తుంది. మెర్క్యురీ ధాతువు మెర్క్యురీ ఖనిజీ కరణ మండలానికే గాక తదితర లోహ ఖనిజీ కరణ మండలాలకు కూడా సూచికగా వర్తిస్తుంది. మెర్క్యురీ ధాతు సూచిక సహాయంతో మనము నిర్ణయించ గలిగేవి ముఖ్యంగా లోహ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలు. ఇదే విధంగా ఆర్సెనిక్ ధాతువు, ఆర్సెనిక్ ఖనిజాలు కూడా సూచికలుగా ఉపయోగ పడతాయి. బోరాన్ మరొక ముఖ్యమైన భూరసాయన సూచిక. మృత్తికలో, జలాశయాలలోను ఉన్న మోలిబ్డినమ్, కాపర్, ధాతువులు కాపర్ నిక్షేపాల ఉనికిని తెలియజేస్తాయి. ఫ్లోరీన్, బోరాన్, వెనేడియమ్, బేరియమ్, స్ట్రాన్షియమ్ మొదలైన మూలకాలు ఉష్ణ జలీయ ఖనిజ మండలాన్వేషణలో సూచికలుగా ఉపయోగపడతాయి. సున్నపు రాతిలోను, చలువ రాతిలోను, డోలొమైట్‌లోను ఉష్ణ జలీయ ఖనిజీ కరణం వల్ల ఏర్పడిన గ్రాఫైట్ బహు లోహ ఖనిజ మండలానికి చక్కటి సూచిక. కాని ఇది ఖనిజ సూచికగానే పరిగణించ బడుతుంది. గాని భూరసాయన సూచికగా మాత్రం కాదు.

ప్రకృతి జలాలలోని లోహాల విలువలను బట్టి నమూనాలను సేకరించిన పరిసరాలకు ఎంత దూరంలో ఏ దిశలో, లోహ నిక్షేపాలున్నాయో కనుక్కోవచ్చు. బయోటైట్, పైరైట్ మొదలైన కొన్ని ఖనిజాలలో నిబిడీ కృతమై ఉన్న లోహ మూలకాలు (Metalic Element) భూ అంతర్భాగంలోని నిక్షేపాలను సూచించ వచ్చు. కాల్సైట్‌లోను, ఫ్లోరైట్‌లోను కేంద్రీ కృతమై ఉన్న మెర్క్యురీ ధాతువు మెర్క్యురీ నిక్షేపాన్వేషణకు పనికి వస్తుంది.

లోహ ధాతువులే కాకుండా ఖనిజాలు కూడా భూరసాయన సూచికలుగా ఉపకరిస్తాయి. ఖనిజం గాని ఖనిజ సముదాయం గాని ఏ భౌమ పరిస్థితులలో ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్ద రూపొందిందో మనము తెలుసుకొన్నట్లయితే అటువంటి పరిస్థితులలో ఆయా ఖనిజాలను వెదకడం అవసరమా ? లేదా ? అనేది తెలుస్తుంది.

ఈ విధమైన సూచికలుగా ఖనిజాల కంటె ఖనిజ మిశ్రమాలు ఎక్కువ ఉపయోగ కరంగా ఉంటాయి. ఒక నిక్షేపం గాని, ఒక ఖనిజ సముదాయం గాని ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఏర్పడిందో తెలుసుకోవడానికి అందులోని α-క్వార్ట్జ్, β-క్వార్ట్జ్, ముడి బిస్మతు, అకంథైట్, వుర్ట్‌జైట్, స్ఫేలరైట్, పైరైట్ మొదలైన ఖనిజాలు ఉపయోగ పడతాయి. ఇదే విధంగా ఖనిజాలలోని Fe^{2+}/ Fe^{3+} నిష్పత్తులు ఉపయోగ పడతాయి. అరుదైన ఖనిజాలను వెదకడంలో ఖనిజ సూచికలు ఎక్కువ సహాయ కారులుగా ఉంటాయి.

భూరసాయన సూచికల ఎన్నిక : మూలకాలలో వేటిని మనము భూరసాయన సూచికలుగా ఎన్నుకోవలె అనేది చాలాముఖ్యమైనప్రశ్న, అన్వేషణ ఏ ఖనిజ నిక్షేపం కోసం సాగుతున్నది? ఈనిక్షేపం ఏభౌమ్యప్రక్రియ వల్ల ఏర్పడుతుంది? సూచికలుగా ఎన్నుకోవలసిన మూలకాలు నిక్షేపాన్వేషణ జరిప దలచిన శిలలలో ఎంతవరకు కేంద్రీకరింప బడటానికి అవకాశముంది? అనే వాటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. మొదటి ప్రశ్నకు జవాబు అతిమౌలిక శిలలకు సంబంధించిన ఖనిజ నిక్షేపాలను వెదకేటప్పుడు ఒకరకమైన మూలకాలను, గ్రానైట్ శిలలకు సంబంధించిన ఖనిజ నిక్షేపాలను వెదకేటప్పుడు మరొక రకపు మూల ద్రవ్యాలను ఎంచుకోవలె. ఇదేవిధంగా ఇతర భౌమప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిననిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు ఆయా భౌమప్రక్రియలకు సంబంధించిన మూలకాలనే సూచికలుగా ఎన్నిక చేసుకోవలె. కొన్ని మూలకాలను సహసంబంధీకరించి

అగ్నిశిలలు, అవక్షేపశిలలు వాటినిర్మాణంలో ఏ అంతర్దశకు చెందినవో కనుక్కోవచ్చు. ఈవిధమైన విజ్ఞానము ఖనిజనిక్షేపాన్వేషణకు ఎంతో సహాయ కారిగా ఉంటుంది.

అగ్నిశిలలలోగాని, అవక్షేపశిలలలోగాని, రూపాంతరప్రాప్త శిలలలోగాని మూలకాలు కొన్ని రసాయన నియమాల ననుసరించి, శిలలు వాతావరణాన్నిబట్టి కేంద్రీకృతమవుతాయి. ఈ శిలలలోని ఖనిజనిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు దిగువ చూపిన కార్యక్రమాన్ని అనుసరించవలె.

1) ఏ ఏమూలకాలు ఎంతెంత పరిమాణాలలో ఉన్నాయో తెలుసుకోవలె.

2) వివిధ మూలకాలు శిలలలో కొన్నికొన్నిచోట్ల ఎక్కువగా లేదా తక్కువగా కేంద్రీకరణ చెంది జరిగి ఉన్నాయో పరిశోధించవలె.

3) ఈ విధమైన మూలకాల కేంద్రీకరణలోని మార్పులు ఖనిజ కేంద్రీకరణకు సంబంధించినవేమో కనుక్కోవలె.

శిలలలోని ఖనిజ నిక్షేపపు ఉద్భవ ప్రక్రియకు సంబంధించిన మూలకాల పరిమాణాలలో మార్పులు కనిపిస్తుంటాయి. ఈ మార్పులు సాధారణంగా ఖనిజనిక్షేపాలకు చేరువలో హెచ్చుగా కనిపిస్తుంటాయి. ఈ విధంగా వివిధ శిలలలో కొన్ని కొన్ని మూలకాలు వాటి సగటు పరిమాణంకంటె హెచ్చుగా గాని తక్కువగా గాని కేంద్రీకరింపబడిఉంటే అటువంటి ప్రదేశాలను "పరివేషాలు" అని అంటారు. హెచ్చుగా ఉన్నవాటిని "ధన పరివేషాలు" తక్కువగా ఉన్న వాటిని "ఋణ పరివేషాలు" అని అంటారు. ఖనిజనిక్షేపానికి చుట్టూ కొన్ని మూలకాలు హెచ్చు పరిమాణంలో ఉండి నిక్షేపానికి దూరం హెచ్చవుతున్న కొద్ది తగ్గుతుంటాయి. ఈ విధమైన పరివేషాలను "విక్షిప్త పరివేషాలు" అంటారు. ఇవి ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణకు చాలా సహాయపడతాయి.

విక్షేప పరివేషాల ఉనికి, విస్తృతి ఆతిథేయ శిలాస్వరూపాన్నిబట్టి, ఖనిజ సముదాయాన్నిబట్టి, మూలకాల చలన శక్తిని (mobility) బట్టి ఉంటుంది. చలనశక్తి కొన్ని మూలకాలకు హెచ్చుగాను, మరికొన్నింటికి తక్కువగాను ఉంటుంది. ఉదాహరణకు లెడ్, జింక్, కాపర్ మొదలైన లోహమూలకాల చలన శక్తి టిన్, టంగ్‌స్టన్‌ల చలనశక్తి కన్న హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఈ విధమైన చలనశక్తి ఉష్ణజలీయ ప్రక్రియతో ఏర్పడిన ఖనిజనిక్షేపాలను వెదకడంలో బాగా ఉపయోగపడుతుంది. అతిత్వరితగతిని బాష్పశీలమయ్యే (bolatile) మూలకాలైన ఆర్సెనిక్, ఆంటిమొని, సెలెనియమ్, టెల్యూరియమ్, మెర్క్యురీ బిస్మత్‌ల విక్షిప్త పరివేషాల పరిశోధనలో ఎక్కువ శ్రద్ధచూపవలసి ఉంటుంది.

విక్షిప్త పరివేషాలు రెండురకాలు ప్రాథమిక ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిన ప్రాథమిక విక్షిప్త పరివేషాలు, అనంతర ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిన అనంతర విక్షిప్త పరివేషాలు ఈ పరివేషాల సరిహద్దులు అతిథేయ శిలల సంఘటనం మీద, ధర్మాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. ఖనిజవృద్ధికి అవసరమైన పడపోత, విసరణ ప్రక్రియలు ఆఖనిజ నిక్షేపాన్ని గుప్తపరచిన శిలలమీద చాలావరకు ఆధారపడి ఉంటాయి. ఉపరితలపు ఖనిజీకృత పరివేషాలను ఆధారంగా చేసుకొని అంతర్భాగంలోని ఖనిజ నిక్షేపాల ఉనికి, ఆకృతి, నిర్మితులను అంచనా వేయవచ్చు. విక్షిప్త పరివేషాలు కొన్ని శిలలలో హెచ్చుగాను, మరికొన్నింటిలో తక్కువగాను

ఉన్నట్లు ఏ ఆధారంతో చెప్పవచ్చునో చూద్దాము. ఏదైనా ఒకరకపు శిలలోనిలోహ ఖనిజాలు ఒకస్థాయిలో ఒకే తీరుగా విస్తరించి ఉన్నాయి. ఈ విధమైన క్రమ విస్తరణకు చెందిన సాంద్రీకరణను ప్రష్ఠభూమి (background) అంటారు. దీనిని ఆధారంగా తీసుకొని మూలకాల విక్షిప్త పరివేషాలను పోల్చవచ్చు. ఈ పృష్ఠభూమి సాంద్రీకరణ ఒక్కొక్క శిలలో ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు అతిమాలిక శిలలలోని క్రోమియమ్ పృష్ఠభూమి సాంద్రీకరణ గ్రానైట్ శిలలలో కన్నఎక్కువగా ఉంటుంది. కఠిన శిలలలోని లోహ మూలకాల పృష్ఠభూమి సాంద్రీకరణ శిలల ఉద్భవ సమయంలో ఏర్పడి ఒకస్థానంలో ఒకే పరిమాణంలో ఉంటుంది. మృత్తిక పొరలలోని పృష్ఠభూమి సాంద్రీకరణ స్థల వాతావరణాన్ని బట్టి కూడా మారుతుంటుంది.

విక్షిప్త పరివేషాలు ప్రాథమికంగా ఏర్పడేటప్పుడు ప్రాథమిక భౌమ ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడి ఆ శిలతో ఏకకాల జన్యాలుగా ఉంటాయి. అనంతర విక్షిప్త పరివేషాలు శిలఏర్పడిన తరవాతి భౌమ ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడతాయి. ఏదైనా ఒక ఖనిజ నిక్షేపాన్ని వెదికేటప్పుడు ఆ ఖనిజము ఏ రకమయిన భౌమ ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడిందో ముందుగా గ్రహించి ఆ భౌమ ప్రక్రియ ఎటువంటి పరివేషాలను ఏర్పరుస్తుందో తెలుసుకొని పరివేషాలను మానచిత్రీకరిస్తూ నిక్షేపాన్వేషణ కొనసాగించవలె. ఉత్తరజాత మార్పులవల్ల (Epigenetic Changes) కొన్ని మూలకాలు ఇతరప్రదేశాల నుంచిగాని, ఇతర ద్రావణాలనుంచిగాని కొనిరాబడవచ్చు. లేదా అదే శిలలో తదనంతర రూపాంతరంవల్ల కేంద్రీకరింప బడవచ్చు.

ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణకోసం ఆధారశిలను భూరసాయనికంగా పరీక్షించేటప్పుడు ఖనిజనిక్షేపపు మూలకం ఏఖనిజాలలో నిబిడీకృతమై ఉంటుందో ఆఖనిజాలన్నింటిని మానచిత్రం చేయడం అవసరము. ఆమూలకము ఖనిజీకరణ వినరణస్థితిలో (Dispersed state of Mineralisaton) ఉన్నట్లయితే అది ఏకకాల జన్యమా? లేదా ఉత్తరజాతమా? అనికూడ తెలుసుకోవలె. లోహము ఏకకాలజన్య-వినరణస్థితిలో (Syngenetic dispersed state) శిలలోని ప్రతిభాగాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. ఉత్తరజాతస్థితిలో ఆవిధంగా కాకుండా కొంతమేర వరకు మాత్రమే ఆక్రమిస్తుంది. ఖనిజీకరణలో ఉత్తరజాత వినరణ నిర్మితి అంశాలకు, విరూపణచెందిన మండలాలకు, స్ఫటికాలకు సిరలకు. ప్రక్షేపియామండలాలకు చేరువలో ఉంటుంది. ఖనిజీకరణవినరణ మండలంలోని లోహపుపరిమాణాన్ని

కనుక్కోవడానికి ఆ మండలంలోని అల్పఖనిజీకృత ప్రదేశపు లోహపు విలువను ఎగువ హద్దుగాను, స్వతంత్రఖనిజాలుగా లోహకేంద్రీకరణ జరిగినచోట్ల ఎగువ హద్దుగాను గుర్తింపులోకి తీసుకోవలె. ఈహద్దులు ఒక్కొక్క లోహానికి ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటాయి. ఏదైనా ఒక ప్రదేశంలోని లోహపు విలువ మామూలు ఖనిజీకరణవిసరణ లోహపు విలువ కంటె హెచ్చుగా ఉన్నట్లయితే దానిని ధనీకృత మండలంగా పరిగణిస్తాము. ఈ విధంగా ధనీకృతమండలము ఉన్నంత మాత్రాన అది ఖనిజోత్పత్తికి లాభదాయకమని భావించడానికి వీలులేదు.

ఖనిజీకృత వాతావరణంలో ఉష్ణజలీయ ప్రక్రియ వల్ల ఏర్పడే పరివేషాలు, ఖనిజీకృతపు చుక్కలు, పట్టీలు (bands) ముఖ్యమూలకాల కేంద్రీకరణవల్లనే కాకుండా అనుబంధమూలకాల మూలంగా కూడా ఏర్పడతాయి. ఈవిధంగా పైరైట్ ఆర్సెనోపైరైట్ పిరోటైట్ క్వార్ట్జ-కార్బొనేట్ శిరలు, క్లోరైట్ మొదలైన అనుబంధ ఖనిజాలు ఖనిజనిక్షేపానికి అన్నివైపులా వెడల్పైన పొడవైన ఖనిజీకృత పట్టీలుగా ఏర్పడతాయి. ఖనిజీకృతప్రదేశాల విస్తరణ ఖనిజీకృత ప్రక్రియస్వభావం మీద ఆతిదేయశిలల నిర్మితి, వయనము, సమ్మేళనాలమీదా ఆధారపడి ఉంటుంది. ద్రావణాలు చొచ్చుకొనిపోయిన కారణంగా ఖనిజీకరణ జరిగినట్లయితే ఖనిజీకృతమండలము ఖనిజీకృతప్రదేశాలలోని వివరాలకు (cracks) దరిదాపులలో ఉంటుంది. విసరణ, రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియల కారణంగా ఖనిజాలు ఏర్పడినట్లయితే అటువంటి ఖనిజనిక్షేప కేంద్రీకరణ శిలలసంఘటన, వయనము, సచ్ఛిద్రత (Porosity)ల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. వివిధరీతులుగా అభివృద్ధిచెందిన రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియల మూలంగా నిక్షేపాకారము క్రమరహితంగా ఉండి ఒక గూడువలె ఉంటుంది. విసరణ ప్రక్రియ ప్రధానంగా ఉన్నచోట్ల క్వార్ట్జైట్ శిలలు సిలికాభంత శిలలు (Selicifies Rocks) ఈ ప్రక్రియకు అవరోధాలుగా ఉంటాయి. దీనికి వ్యతిరేకంగా ఇసుకరాయి, టుఫ్ మొదలైనశిలలు విసరణకు మరింత సహాయకారులుగా ఉంటాయి. విసరణ ప్రక్రియ ఖనిజ నిక్షేపానికి ఇరువైపులా కొంత మేరవరకు చాలా ఎక్కువుగా కనిపిస్తుంది. ఈ విసరణ నిక్షేపపు పాదకుడ్యం పైవు హెచ్చుగా ఉండి లంబమాన కుడ్యంపైపున తక్కువగా ఉంటుంది. బీటలు బారిన క్వార్ట్జైట్ శిలలు, ముక్కలుగా చితికిపోయిన ఇతర శిలలలోని దట్టమైన ఖాళీలు లోహసంబంధ ద్రావణాలతో నింపబడి ఉంటాయి. ఇటువంటి చోట్ల విసరణకు అవకాశము ఉండదు. కార్బొనేట్ శిలలలో విసరణ ఆ శిలల సచ్ఛి

ద్రత మీద రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియకు గల అవకాశం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. కార్బొనేట్ శిలలలోని విదరాలలో లోహ ధాతు ద్రావణాలు ఎక్కువగా నిక్షేపణ చెందుతాయి. కాబట్టి ఈ శిలలలో విసరణ తక్కువగా ఉంటుంది. సచ్ఛిద్రత హెచ్చుగా ఉన్న గ్రానైట్, దాని కుటుంబానికి చెందిన ఇతర శిలలలో విసరణ ప్రక్రియ హెచ్చుగా కని పిస్తుంది. అదే విధంగా ఇసక రాయిలో కూడా విసరణ హెచ్చుగా ఉంటుంది. అతిమౌలిక శిలలు విసరణ ప్రక్రియకు అనుకూలంగా ఉండవు. వివిధ రకాలైన శిలా ధర్మాలను బట్టి విసరణ చెందిన ఖనిజ నిక్షేప స్వరూపాలలో భేదాలు ఉంటాయి.

అవక్షేప శిలలు - లోహ కేంద్రీకరణ

అవక్షేప శిలలతో ఏక కాల జన్యాలయిన ఖనిజ నిక్షేపాలు కేంద్రీకరణ జరగటం పూర్తిగా అవక్షేపం లక్షణాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖనిజ నిక్షేప కేంద్రీ కరణకు యాంత్రికాంశాలే (mechanical factors) కాకుండా, రసాయన, జీవ జన్య అంశాలు కూడా కారణాలు. ఈ విధంగా అవక్షేప శిలలలో ఖనిజ నిక్షేపాలు యాంత్రికంగాను, రసాయనికంగాను, జీవ రసాయనికంగాను కేంద్రీకరింప బడతాయి. కేంద్రీకరింప బడిన ఖనిజ నిక్షేప స్వరూప, స్వభావాలు ప్రప్రథమంగా అవక్షేప శిలా పదార్థము ఏ అగ్ని శిలలు శిథిలం కావటం వల్ల వచ్చిందో ఆ అగ్ని శిలల స్వరూప, స్వభావాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. అవక్షేప శిలలలో ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు మనము వెదక బోయే ఖనిజము యాంత్రిక కేంద్రీకరణా? లేదా రసాయనిక కేంద్రీ కరణా? లేదా జీవ రసాయనిక కేంద్రీ కరణా అనే విషయాన్ని తెలుసుకో వలె. ఉదాహరణకు క్రోమైట్ గాని, మోనజైట్ గాని, ఇల్మనైట్ గాని మన లక్ష్యమైనప్పుడు వీటిని యాంత్రిక ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడిన శిలా స్థావరాలలో వెదకవలె. సల్ఫర్, మాంగనీస్, ఐరన్-వీటి కోసం రసాయనిక ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిన శిలా స్థావరాలలో గాని జీవ రసాయనిక ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడిన శిలా స్థావరాలలో గాని అన్వేషణ కొనసాగించవలె.

ఆధార శిలలు - నిక్షేపాన్వేషణ

ఆధార శిలలలో నిక్షేపాన్వేషణ రెండు విధాలుగా ఉంటుంది. ఆధార శిలలు బహిర్గతమైనప్పుడు చేసే ఖనిజాన్వేషణ మొదటిది. ఆధార శిలా బహిర్గతాలు లేనప్పుడు చేసేది రెండవది. ఆధార శిలా ప్రాంతాలలో భూ-రసాయన-నిక్షే

పాన్వేషణ చాలా విజయవంతమైన ఫలితాల నిస్తుంది. ఆధార శిలలలో అన్వేషించే ఖనిజ స్వరూపాన్ని బట్టి భూరసాయన సూచికలను ఎన్నుకో వలె. అన్వేషించే ఖనిజము ఆధార శిలలలో ఏ రీతిగా విస్తరణ చెందడానికి అవకాశముందో ఊహించుకొని దానికి తగిన విధంగా అన్వేషణ పద్ధతిని నిర్ణయించుకో వలె. ఆధార శిలలలో ఏకకాల జన్య నిక్షేపాలు, రూపాంతరం చెందిన నిక్షేపాలు, ఉష్ణ జలీయ నిక్షేపాలు ఉంటాయి. వీటిలో ఒక్కొక్క దానికి ఒక్కొక్క విధమైన భూరసాయన నిక్షేపాన్వేషణ పద్ధతిని అవలంబించ వలె. ఏ పద్ధతి అవలంబించ వలసి వచ్చినా అది చాలా శాస్త్రోక్తంగా ఉండవలెనని మనము గుర్తుంచుకో వలె.

ఆధార శిలలు ఏర్పడిన తరవాత అవి అనేక భౌమ ప్రక్రియలకు లోనై వివిధ మార్పులు చెందుతాయి. ఈ మార్పుల వల్ల వీటిలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలు కూడా మార్పులు చెందుతాయి. భూరసాయన సర్వేక్షణ ప్రారంభించే ముందు ఆధార శిలలు, వాటిలోని నిక్షేపాలు ఎటువంటి భౌమ ప్రక్రియలవల్ల మార్పులు చెందినాయో పరీక్షించి తెలుసుకోవడం చాలా అవసరము. ఉపరితల భౌమ ప్రక్రియల వల్ల ఆధార శిలలలోని కొన్ని లోహాల పరిమాణంలో మార్పులు సంభవిస్తాయి. కొన్ని లోహాల పరిమాణము హెచ్చవుతుంది. మరి కొన్ని లోహాల పరిమాణము తగ్గుతుంది. రసాయనిక నిరోధక శక్తి హెచ్చుగా ఉన్న కొన్ని లోహాల పరిమాణంలో ఏ మాత్రం మార్పు ఉండదు. బహిర్గతా లయిన ఆధార శిలలలో ఏ లోహ మయినా మిగిలిన వాటితో పోల్చి నప్పుడు కొంత హెచ్చు పరిమాణంలో ఉంటేఅటువంటి ఆధార శిల భూరసాయన ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణకు విలువైనవిగా గుర్తించ వలె. ఉపరి తలపు మాంగనీస్ పటలంలోని లెడ్ పరిమాణము, ఆక్సీకరణ చెందిన శిలలలోని కాపర్ కార్బొనేట్ మచ్చలు మేలకైట్ అజురైట్‌ల వల్ల ఏర్పడిన మచ్చలు), భూ రసాయన సూచికలుగా ఉపయోగ పడతాయి.

ఆధార శిలలలో ఖనిజ నిక్షేపాలు కేంద్రీకృతమైనప్పుడు ఖనిజనిక్షేపాల లోని ముఖ్యలోహము,దానికి అనుబంధించి ఉన్న మిగిలిన లోహాల పరిమాణాలు నిక్షేపానికి దూరము హెచ్చవుతున్నకొద్దీ తగ్గుతుంటాయి. నిక్షేపంలోగాని దీనిని కేంద్రీకరించుకొన్న ఆధారశిలలలోగాని నిక్షేపవు కేంద్రీకరణ తరవాత జరిగిన భౌమ ప్రక్రియల వల్ల సంభవించే మార్పులను బట్టి ఈ భూ రసాయనిక పరివేషంలో కూడా మార్పు వస్తుంది. అటువంటి మార్పులు లేకపోతే ఖనిజ కేంద్రీకరణ సమయంలో ఏ విధంగా ఉందో అదే మాదిరిగా ఉండిపోతుంది.

తదనంతర భౌమ్య ప్రక్రియల వల్ల మార్పులు వచ్చినదీ లేనిదీ పరీక్షించి ఈ భూ రసాయనిక పరివేషాన్ని అర్థం చేసుకోవలె. భౌమ ప్రక్రియల వల్ల మార్పులు సంభవించి ఉంటే దానికి తగిన విధంగా సవరణలు చేసుకోవలె.

ప్రాథమిక భౌమ ప్రక్రియల సందర్భంలో జరిగే లోహ విస్తరణ విస రణ ప్రక్రియను (Diffusin Process) పోలి ఉంటుంది. భూ రసాయనిక పరి వేషాలు ఏ జన్యాలయినా కావచ్చును ; లేదా ఉత్తర జన్యాలయినా కావచ్చును. ఏక జన్యాలయినప్పుడు పరివేషాల విస్తరణ నిక్షేపం పరిమాణాన్నిబట్టి, నిక్షేపం కేంద్రీకరణ సమయంలో గల ఉష్ణోగ్రతను బట్టి, లోహ ధర్మాలను బట్టి ఉంటుంది. ఉత్తర జన్య భూ రసాయనిక పరివేషాలు ఈ పైన చెప్పిన పరిస్థితుల మీదనే కాక ఆతిథేయ శిలల భౌతిక, రసానిక ధర్మాలను బట్టి, కూడా ఉంటుంది. ఖనిజ కేంద్రీకరణ సమయంలో ద్రవ రూపంలో ఉన్న లోహాలు విస్తరణ చెందే దూరము ఖనిజ ద్రావణంలోని ఈ లోహాల నిష్పత్తి పైన మాత్రమే ఆధారపడి ఉండదు. కొన్ని పరిస్థితులలో ఖనిజ ద్రావణంలోని ముఖ్య లోహాల కన్న అనుబంధ లోహాలు ఎక్కువ దూరంగా విస్తరణ చెందుతాయి. ముఖ్య లోహాల నిక్షేపాన్వేషణ సమయంలో అనుబంధలోహ మూల ద్రవ్యాల పరివేషాలు కూడా ఎంతో ఉపకరిస్తాయి. ఏ ఏ ముఖ్య లోహాలకు ఏ ఏ లోహాలు అనుబంధాలుగా ఉంటాయో భూ రసాయనిక విజ్ఞానం ద్వారా తెలుసుకోవచ్చు. లెడ్, జింక్ ఖనిజ నిక్షేప ప్రాంతాలలో లెడ్‌ల మాదిరిగానే మాంగనీస్, బేరి యమ్ కూడా సిల్వర్ నిక్షేప ప్రాంతాలలో ఆర్సెనిక్, జింక్ ఎక్కువ దూరం విస్తరణ చెందుతాయి.

ఉత్తరజన్య వాతావరణ పరిస్థితులలో వివిధ లోహాలు వివిధ రీతులలో రవాణా చేయబడి విస్తరణ చెందుతాయని ఇంతకు ముందే తెలుసు కొన్నాము. లోహ సమ్మేళనాల ద్రావణీయతను బట్టి, ఈ విస్తరణ దూరము ఆధారపడి ఉంటుంది. లోహ విస్తరణ అక్సీకరణ క్రియలో ఏర్పడిన సంయోగ పదార్థాల మీదా, విస్తరణ కావించే ద్రావణపు సంఘటన మీదా ఆధారపడి ఉంటుంది. జింక్ లోహము సల్ఫేట్‌గా మారితే అది ఎక్కువ దూరం విస్తరింప బడటానికి అవకాశ ముంటుంది. అదే జింక్ సల్ఫేట్ కార్బానిక్ ఆసిడ్ యానకం ద్వారా వి స్తరించ బడినప్పుడు తక్కువ దూరం విస్తరణ చెందుతుంది. దీనికి విరుద్ధ మైనది లెడ్ సల్ఫేట్. దీని ద్రావణీయత తక్కువ కాబట్టి ఎక్కువ దూరం రవాణా

చేయబడదు. సిల్వర్ విషయం చూసినట్లయితే అది సల్ఫేట్‌గా మారినప్పుడు కొంచెం దూరం విస్తరించ బడుతుంది. సిల్వర్ కార్బొనేట్ ద్రావణీయత తక్కువ కావడం వల్ల కార్బొనేట్‌గా మారిన సిల్వర్ ఎక్కువ దూరం విస్తరణ చెందదు. ఆర్సినేట్ గాను, క్లోరైడ్ గాను మారిన సిల్వర్ చాలా తక్కువగా విస్తరణ చెందుతుంది. కాపర్ నిక్షేప ప్రాంతాలలో గాని, లేదా కాపర్ కలిసి ఉన్న ఇతర లోహ నిక్షేప ప్రాంతాలలో గాని నీలి, ఆకుపచ్చ రంగు మచ్చలు ఉపరితలం మీద కనిపిస్తాయి. కాపర్ లోహము కార్బొనేట్‌గా మారినందు వల్ల ఈ రకపు మచ్చలు వచ్చినవి. కార్బొనేట్‌గా మారిన కాపర్ యొక్క ద్రావణీయత చాలా తక్కువ కాబట్టి ఈ పదార్థము ప్రకృతి జలంలో ద్రావణీయమై ప్రవేశించక అద్రావణీయావశిష్టంగా మచ్చలుగా ఏర్పడుతుంది. ఈ విధమైన లోహ సమ్మేళనాలు విస్తరణ చెందకుండా అవక్షేపావశిష్టాలుగా నిక్షేపం సామీప్యంలో నిలిచి పోవడం వల్ల మనము నిక్షేపం ఉనికిని సులభంగా తెలుసుకోవచ్చు. జింక్ కాపర్, ఇటువంటి అవక్షేపాలుగా సున్నపురాతి ప్రాంతాలలో కనిపిస్తుంటాయి.

ఆధారశిలలలో నిక్షేప కేంద్రీకరణ ఉపరితలం వరకు ఉన్నప్పుడు, అటువంటి నిక్షేపము ఉత్తర జన్య భౌమ ప్రక్రియలకు లోనైనప్పుడు ద్విగుణీకృత ఖనిజ కేంద్రీకరణ జరిగిన పరివేషాలు ఉపరితలం మీదనే సాధారణంగా కనిపిస్తాయి. అట్లా కాకుండా ఆధారశిలలలో ఖనిజ కేంద్రీకరణ లోతైన స్థావరాలలో సంభవించినప్పుడు ఖనిజ విస్తరణ ఉపరితలం మీద చాలా కొద్దిగా ఉంటుంది. ఈ రెండు సందర్భాలలోనూ భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ చాలా సులువైనది. ఆధారశిలలలోని పరివేషాలు ప్రాథమిక పరివేషాలా ? లేదా అనంతర పరివేషాలా ? అని ముందుగానే తెలుసుకొని వాటికి తగిన సవరణలను చేసుకోవలెనని ఇంతకుముందే చెప్పడంజరిగింది. ప్రాథమిక పరివేషాలను పరీక్షించేటప్పుడు ముఖ్యంగా శిల సంఘటన శిలలలోని వివిధ భౌతిక, రసాయన మార్పులను దృష్టిలో ఉంచుకొని వాటికి తగిన సవరణలను చేసుకోవలె. కింద అటువంటి కొన్ని సందర్భాలను పొందు పరచడం జరిగింది.

1. మాగ్మాటిక్ అంగ విభజన వల్ల ఖనిజ నిక్షేప కేంద్రీకరణ జరిగినప్పుడు భూరసాయనిక పరివేషాలను అగ్ని శిలలలో మాత్రమే పరీక్షించవలె. ఏ సందర్భంలోనయినా ఇటువంటి అగ్ని శిల మరొక శిలలోకి (అగ్ని శిల గాని అవక్షేప శిల గాని లేదా రూపాంతర శిల గాని) చొచ్చుకొని ఉన్నప్పుడు,

మాత్రమే ఈ పరివేషాల ప్రభావము మిగిలిన శిలలకు కూడా వర్తిస్తుంది. అటు వంటి సందర్భాలలో పరివేషాలను ఖనిజ కేంద్రీ కరణ జరిగిన అన్ని శిలలలోనే కాకుండా చుట్టూ ఉన్న శిలలలో కూడా పరీక్షించవలె.

2. ఖనిజము పైన వివరించబడినట్లు ఏక జన్యం కాకుండా ఉత్తర జన్యమైనట్లయితే (అంటే ఉత్తరజన్య ప్రక్రియల వల్ల ఆధారశిలలలో ఏర్పడి నట్లయితే) భూరసాయనిక పరివేషాలను ఆ స్థానంలోని అన్ని శిలలలోనూ పరీక్షించవలె.

అనంతర భూరసాయనిక పరివేషాలను పరీక్షించేటప్పుడు శిల సంఘట ననే కాకుండా ఉపరితలం మీద ఎటువంటి ఉత్తరజాత భౌమ ప్రక్రియలకు అవకాశముంది? అనే విషయం మీద దృష్టిని కేంద్రీకరించవలె. ఇదికాక శిలలలోని భ్రంశాలు, వళులు, పగుళ్ళు, సంధానాలు - వీటిని కూడా పరీక్షించి అనంతర పరివేషాలమీద వీటి ప్రభావము ఏ విధంగా ఉంటుందో బాగా గమ నించి అప్పుడు పరివేషాలను అర్థం చేసుకోవలె. ఉపరితలం మీద విదరా లేర్పడి నట్లయితే అవి ఖనిజ కేంద్రీకరణకు చాలా అనువుగా ఉంటాయి. ఆక్సీ కరణ జరగడానికి, అనంతర భూ రసాయనిక పరివేషాలేర్పడటానికి వాతావరణ పరిస్థితుల ప్రాబల్యము చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. అతి శీతల హిమానీసద ప్రాంతాలలో ఆక్సీకరణకు అవకాశాలు చాలా తక్కువ కాబట్టి ఇటువంటి ప్రదే శాలలో అనంతర పరివేషాలు ఎంతో దూరానికి విస్తరణ చెందవు. తేమ ప్రదే శాలలో ఆక్సీకరణకు ఎక్కువ అవకాశాలుండటం వల్లనూ, ఆమ్ల జనిత సమ్మేళ నాలు నీటిలో కరిగి ద్రావణ రూపంగా చాలా దూరాలకు రవాణా చేయబడటం వల్లనూ ఖనిజ కేంద్రీ కృత స్థానాలలో అటువంటి లోహ పదార్థాలు లోపిస్తాయి. సులభ ద్రావణీయాలు గాని ఆక్సైడ్‌లు, మరి ఇతర ఆమ్ల జనిత సంయోగ పదా ర్థాలు అవశేషావశిష్టాలుగా ఖనిజీ కృత స్థావరం వద్దనే నిలిచి పోతాయి. ఈ విధంగా నిలిచిపోయిన ఖనిజ సంయోగ పదార్థాలు భూ రసాయనిక నిక్షేపాన్వేష ణకు ఎంతో సహాయకారులుగా ఉంటాయి. ఈ విధమైన సూచికలలో ఐరన్, మాంగనీస్‌ల ఆక్సైడ్‌లు, హైడ్రాక్సైడ్‌లు, కాపర్ కార్బొనేట్‌లు, కోబాల్ట్, నికెల్ సమ్మేళనాలు ముఖ్యమైనవి. వర్షపాతము మితంగా ఉండి వాతావరణంలో తేమ హెచ్చుగా ఉన్నట్లయితే ఆక్సీకరణం చెందిన లోహములు ఎక్కువ దూరము రవాణా చేయబడక ఖనిజ నిక్షేప కేంద్రానికి దగ్గరలోనే కేంద్రీకరింప బడ

తాయి. వర్షపాతము అమితంగా ఉన్న చోట్ల ద్రావణీయత హెచ్చుగా ఉన్న లోహ సమ్మేళనాలు ప్రకృతి జలాల ద్వారా చాలా దూరం వరకు రవాణా చేయ బడతాయి. ఆ విధంగా రవాణా చేయబడిన పదార్థాల మూలంగానే జల భూవిజ్ఞాన రసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణకు వీలు పడుతుంది.

అవక్షేప శిలలు - భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ.

అవక్షేప శిలలు కూడా ఆధార శిలలుగా ఉండవచ్చునని ఇంతకు ముందే చెప్పడం జరిగింది. అవక్షేప శిలలలో భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ మిగిలిన శిలలలో కన్న కొంచెం కష్టతరమైనది. ఈ శిలలలో భూరసాయనిక పద్ధతిలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపే ముందు వివిధ అవక్షేప శిలల ఉన్నపుడు ప్రారంభ దశ నుంచి తుది దశ వరకు సంభవించే భూరసాయనిక మార్పులను అర్థం చేసుకో వలె. షేల్ శిలలలో నిక్షేన్వేషణ పద్ధతి, క్వార్ట్జైట్ లలోని పద్ధతి, అవశిష్ట నిక్షే పాలలోని పద్ధతి ఎంతో భిన్నంగా ఉంటాయి. షేల్' క్వార్ట్జైట్, ఇసకరాయి, సిలికాయుత సున్నపు రాయి మొదలైన ఆధార శిలలలో నిక్షేపాన్వేషణకు ఖనిజ సంబంధ పరీక్షలు, భూరసాయనిక పరీక్షలు కూడా జరిపించవలె. ఖనిజ సంబంధ పరీక్షలు శిలా సంఘటన, రేణు పరిమాణము, ముఖ్య లోహాలు ఏ రేణు పరిమాణంలో కేంద్రీకృతమవుతున్నవి అనే అంశాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇటువంటి పరిస్థితులలో భూరసాయనిక పద్ధతులు పదార్థ విశ్లేషణకు మాత్రం పరిమితమై ఉంటాయి. అవక్షేప శిలలలో ఐరన్, మాంగనీస్, అల్యూమినియమ్ టైటానియమ్ మరి కొన్ని అనుబంధ లోహాలను విశ్లేషణం పద్ధతులతో కనుక్కొని ఖనిజ సంబంధ, భూరసాయనిక సంబంధ విలువలతో నిక్షేపాన్వేషణ చేయ వచ్చు. అవక్షేప శిలలలో విశ్లేషణ చేయవలసిన లోహమూలకాలు మూడు రకాలు. అవి : (1) నిక్షేపపు కేంద్రీకరణకు కావలసిన ముఖ్యలోహాలు : ఐరన్, మాంగనీస్, అల్యూమినియమ్, టైటానియమ్ మొదలైనవి ; (2) అవ క్షేప శిలల ఉత్పత్తి స్థానాన్ని తెలియజేసేవి : బెరీలియమ్, లిథియమ్, జిర్కోని యమ్, కాపర్, జింక్, లెడ్, నికెల్, కోబాల్ట్ మొదలైనవి ; (3) అవక్షేప శిలల ఉద్భవంలో ఏర్పడిన మూలకాలు : ఫాస్ఫరస్ వెనేడియమ్, అర్సెనిక్, నికెల్, మాంగనీస్, జింక్ మొదలైనవి.

రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు—నిక్షేపాన్వేషణ

రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో నిక్షేపాన్వేషణ ప్రారంభించే ముందు ఆ శిలలలో మూల ద్రవ్యాలు ఏ రూపాంతర ప్రాప్త దశలో ఏ విధంగా పరిణామం

చెందుతాయో ముందుగా తెలుసుకోవాలి. రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు సంఘటనను బట్టి, అవి ఏర్పడిన ఉష్ణోగ్రత, పీడనలను బట్టి స్లేట్, క్వార్ట్జైట్, సున్నపురాయి, పాలరాయి, షిస్ట్, నైస్ మొదలైన వానిగా విభజితమైనాయని పాఠకులకు తెలిసినదే. షిస్ట్, నైస్‌లలో సంఘటన అనేక విధాలుగా మారుతుంది. ఈ శిలల సంఘటనను బట్టి, అవి ఏర్పడిన రూపాంతర ప్రాప్తి పరిస్థితులను బట్టి, ఈ శిలలలో ఏ మూలకాలు కేంద్రీకరింప బడటానికి వీలుగా ఉందో భూరసాయనికంగా ముందే తెలుసుకోవాలి.

ప్రాథమిక చర్యల వల్ల శిలలలో గుప్త పరచబడిన మూలకాలు శిలలు రూపాంతర ప్రాప్తి చెందే సమయాలలో రసాయనిక మార్పు చెందిగాని చెందకుండా గాని ఒక ప్రదేశంనుంచి మరొక ప్రదేశానికి రవాణా చేయబడతాయి. తక్కువ ఉష్ణోగ్రతవద్ద రూపాంతర ప్రాప్తి చెందిన శిలలలోని ముఖ్య మూలకాలలోగాని, అనుబంధ మూలకాలలో గాని, మార్పు ఉండదు. ఉష్ణోగ్రత పీడనలు హెచ్చుగా ఉన్న పరిస్థితులలో రూపాంతర ప్రాప్తి చెందే శిలలలోని మూలకాలకు కదలిక ఏర్పడి రసాయనికంగా మార్పులు చెంది స్థాన భ్రంశం చెందుతాయి. శిలలు రూపాంతర ప్రాప్తి చెందేటప్పుడు రసాయన ప్రతి స్థాపక మార్పులున్నట్లయితే శిలలలోని ముఖ్య, అనుబంధ మూలకాలలో చాలా మార్పులు కనిపిస్తాయి. వీటి చలన శక్తి కూడా హెచ్చయి ఒకచోటి నుంచి మరి ఒకచోటికి రవాణా అవుతాయి. ఈ చలనశక్తి రూపాంతర ప్రాప్తి సమయంలో ఉన్న పరిస్థితులను బట్టి ఉంటుంది. ఇది కాకుండా రసాయనిక ప్రతిస్థాపన క్రియవల్ల నూతన మూలకాలు, కొన్ని ద్రావణాలు శిలాంతర్భాగానికి చేర్చ బడతాయి. ఈ విధంగా చేరిన మూలకాలు, ద్రావణాలు శిలలలో కొన్ని రసాయనిక మార్పులను కలిగించి మూలకాల చలన శక్తిని ఇనుమడింప జేస్తాయి. ఈ కారణంగా శిలలు రసాయనిక ప్రతి స్థాపన క్రియతో కూడిన రూపాంతర ప్రాప్తి పొందిన సందర్భాలలో భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు పైన పేర్కొన్న వాటిని దృష్టిలో ఉంచుకొని అన్వేషణ కొనసాగించవలె.

బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలలో నిక్షేపాన్వేషణ

బహిర్గత శిలలు లేనట్టి ప్రదేశాలు మూడు విధాలని చెప్పుకోవచ్చు. క్వాటర్నరీ నిక్షేపాలతో గాని, ఇటీవలి నిక్షేపాలతో గాని కప్పబడి ఉన్న ప్రదేశము; అవక్షేప శిలలతో కప్పబడిన ప్రదేశము లేదా ఖనిజము అవక్షేప శిల

లలో నిబిడీకృతమై ఉన్న సందర్భాలు. (3) అగ్ని శిల, రూపాంతర ప్రాప్త శిల-ఆధార శిలలు బహిర్గతము గానట్టి సందర్భాలు వీటిని కింద వివరించినాము.

(1) వదులైన (unconsolidated) శిలా పదార్థాలతో కప్పబడిన ప్రదేశాలలో ఖనిజ నిక్షేపాలు ఎక్కువ లోతులో ఉండని పక్షాన భూరసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా అన్వేషణ సాగించ వచ్చు. ఖనిజ నిక్షేపము 10 మీటర్ల కన్న హెచ్చు లోతులో ఉన్నట్లయితే ఖద్రూ రంధ్రాల ద్వారా పదార్థాన్ని పరీక్ష చేసి తరవాత నిక్షేపాన్వేషణ కొనసాగించవలె. కాని ఇది అంత లాభదాయకం కాదు. ఉపరితలాన్ని కప్పి ఉన్న శిలా పదార్థము ఏ వాతావరణ పరిస్థితులలో ఏర్పడిందో తెలుసుకొని భూరసాయనిక పద్ధతులతో బాటు భూభౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులు, జల రసాయనిక పద్ధతులు, అవసరమైతే భూవృక్ష శాస్త్ర పద్ధతులు ఉపయోగించి నిక్షేపాన్వేషణ కొనసాగించ వలె. అయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా మేగ్నటైట్, నికెల్, క్రోమియమ్, టైటానియమ్, ఖనిజాల ఉనికిని తెలుసుకో వచ్చు. జల రసాయనిక పద్ధతులను ఉపయోగించి ముఖ్య మూలకాలనే కాకుండా అనుబంధ మూలకాలను కూడా అన్వేషించ వలె. కొన్ని సందర్భాలలో ఎయిర్ సర్వేక్షణ, వృక్ష సంబంధ సర్వేక్షణల కలయిక వల్ల వృక్షాలలో కప్పబడిన ప్రాంతాలలోని శిలలను, వాటి నిర్మితిని అవగాహన చేసుకోవచ్చు.

(2) అవక్షేప శిలలలో నిబిడీ కృతమై ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలను వెదకడానికి భూ రసాయనిక మాన చిత్రాలను తయారు చేసి వీటి ద్వారా ఏ ఏ ప్రాంతాలలో ఎటువంటి అవక్షేప శిలలున్నాయో తెలుసుకొని వాటి రేణు పరిమాణ మాన చిత్రాల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించవచ్చు. బహిర్గత శిలలు మృత్తికతో కప్పబడి ఉన్న ప్రాంతాలలో నిక్షేపాన్వేషణ భూరసాయనిక పరివేషాల పరీక్షద్వారా జరుగుతుంది. ప్రాథమిక పరివేషాల ప్రసక్తి ఇక్కడ లేనందు వల్ల సర్వేక్షణ అనంతర పరివేషాల పైననే ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ అనంతర పరివేషాలు ఏర్పడటానికి, విస్తరించడానికి కొన్ని అనుకూల పరిస్థితులు కావలెనని ఇది వరలో తెలుసుకొన్నాము. ముఖ్యంగా అనంతర పరివేషాలు ఏర్పడటం ఆధార శిల ఎంత వరకు శైథిల్య క్రియకు అనుకూలమైనది అనే విషయం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. శైథిల్య క్రియా నిరోధక శక్తి హెచ్చుగా ఉన్న అతిమౌలిక అగ్ని శిలలలో ఈ అనంతర పరివేషాలు ఏర్పడటానికి, విస్తరణ చెందడానికి చాలా కాలం పడుతుంది. శైథిల్య క్రియకు ఎక్కువ అను

కూలంగా ఉన్న సున్నపురాయి, ఇసకరాయి, షిస్ట్, గ్రానైట్ మొదలైనవి ఆధార శిలలుగా ఉన్న ప్రాంతాలలో ఈ అనంతర పరివేషాలు ఏర్పడటానికి, విస్తరణ చెందడానికి చాలా తక్కువ వ్యవధి కావలసి ఉంటుంది.

(3) బహిర్గత శిలలు లేని ప్రదేశాలలో దృఢీ భవనం చెందని రేణువుల కింద దాగి ఉన్న భౌమ శిలా విన్యాసాలేమిటో ఉపరితలం మీద ఉన్న రేణువుల పరీక్ష ద్వారా కొంత తెలుసుకోవచ్చు. ఆ శిలా విన్యాసాలేమిటో తెలుసుకోవలసిన ఆవశ్యకత కలిగి నప్పుడు భూభౌతిక పద్ధతుల ద్వారా ఆ శిలా విన్యాసాల సమ్మేళన మేమిటో అర్థం చేసుకో వచ్చు. అనంతర శిలా పదార్థాల చేత కప్పబడిన శిలా విన్యాసాలను గురించి ఈ విధంగా సేకరించిన విజ్ఞానం ఆధారంగా చేసుకొని ఏ నిక్షేపాలను వెదకడానికి ఉపక్రమించవలెనో ముందుగా తెలుసుకొని దానికి తగినట్లుగా ముఖ్యమైన మూలకాల, అనుబంధ మూలకాల పరివేషాలను నిర్ణయించ వలె.

నిర్మితీయ అంశాలు (Structural Factors)

నిక్షేపాన్వేషణ : నిర్మితీయ అంశాలు చాలా సందర్భాలలో నిక్షేపపు కేంద్రీకరణకు ఉపకరిస్తాయని మనము ఇదివరలో తెలుసుకొన్నాము. అనంతర పరివేషాల విస్తరణ మీద నిర్మితీయ అంశాల ప్రభావము చాలా హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఈ నిర్మితీయ అంశాల వివరాలు, విదర సిరలు, భ్రంశాలు, భ్రంశ మండలాలు, ఖనిజీకరణ మండలాలు, వివిధ రకాలైన సిరలు మొదలైనవి ముఖ్యమైనవి. అనంతర పరివేషాల విస్తరణకివి నిరోధకాలుగా ఉన్న కారణాన చాలా సందర్భాలలో ముఖ్యమైన, అనుబంధ మూలకాలు ఈ నిర్మితుల కొక పక్క కేంద్రీకరించ బడతాయి. ఖనిజీకరణ మండలాలున్న ప్రదేశాలలో ముఖ్య ఖనిజ నిక్షేపపు భూ రసాయనిక పరివేషాలకు ఖనిజీకరణ మండల పరివేషాలు కూడా చేర్చబడతాయి. కనక ఇటువంటి సందర్భాలలో పరివేషాలను గుర్తించి విపులీకరించేటప్పుడు పరివేషాల మీద ప్రభావం చూపే అంశాలను కూడా చర్చలోకి తీసుకోవలె. నిర్మితుల వద్ద పరివేషాలను చాలా శ్రద్ధగా పరీక్షించి అర్థం చేసుకోవలె.

బహిర్గతాలు లేని చోట్ల ఖనిజ నిక్షేపాలు ఉష్ణ జలీయ ప్రక్రియల వల్ల అనంతర ప్రక్రియల వల్ల మార్పులు చెందినట్లయితే అటువంటి పరివర్తన మండలాల" (Zones alteration) భూరసాయనిక మార్పుల సహాయంతో నిక్షే

పాన్వేషణ గావించవచ్చు. ఖనిజ నిక్షేపము ఉపరి తలానికి తక్కువ లోతులో ఉన్నట్లయితే భూరసాయనిక, ఖనిజ సంబంధ సూచనలు హెచ్చుగా ఉంటాయి. లోతు హెచ్చయ్యే కొద్దీ ఇటువంటి సూచనలు తగ్గుతూ ఉంటాయి. ఉష్ణజలీయ ప్రక్రియల వల్ల కలిగే మార్పులు నిక్షేపానికి చాలా దూరంగా కూడా ఉంటాయి. ఎందు వల్లనంటే ఉష్ణజలీయ ద్రావణాలు భూ అంతర్భాగం నుండి రవాణా చేయబడి నిక్షేపకేంద్రం మీదుగా ఉపరి తలానికి వచ్చేటప్పుడు నిక్షేపంలోని కొన్ని ముఖ్యమైన మరియు అనుబంధ మూలకాలను ఉపరి తలానికి చేరవేసే అవకాశాలు చాలా ఎక్కువ. అనంతర ప్రక్రియలవల్ల నిక్షేపపు కేంద్రం నుంచి పక్క భాగాలకు దిగువ భాగాలకు మాత్రమే ఈ విధమైన రవాణాకు అవకాశాలున్నాయి. నిక్షేపం మీద ఉష్ణజలీయ ద్రావణాల ప్రభావమున్నట్లయితే అది భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణకు ఎక్కువగా తోడ్పడుతుంది. నిక్షేపపు కేంద్రాలు బహిర్గతాలయినా, కాకపోయినా ఇటువంటి ఉష్ణజలీయ భూరసాయనిక పరీక్ష వల్ల ఖనిజ నిక్షేపం ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు. కయొలినైజేషన్, సెరిసిటైజేషన్, ఎపిగాటైజేషన్, క్లోరిటైజేషన్ మొదలైన ప్రక్రియలు ఉష్ణజలీయ ద్రావణాల వల్ల సంభవించేవే. ఈ ప్రక్రియల వల్ల వచ్చిన మార్పులను కూడా భూరసాయనిక ప్రభా మండలంగా పరిగణించ వచ్చు.

ఉష్ణజల జనిత నిక్షేపాన్వేషణ సందర్భాలలో పరివేషాలను నిర్ణయించేటప్పుడు పరివేషాల మీద ప్రభావం చూపే నిర్మిత, ఉపరితల జనిత ఆక్సీకరణ మార్పులు, ఉష్ణజల దశలు, నిక్షేపంలోని ప్రాథమిక మండలీ కరణ (primary zoning) ఆతిథేయ శిలల ఉనికి, వాటి ప్రత్యేక ధర్మాలు క్రమక్షయ తలపు స్థానాలను గురించి మనము తెలుసుకో వలె. (Positions of Erosion Surface)

బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలలో నిక్షేపాన్వేషణ ప్రారంభించే ముందు నిక్షేపంలో మొట్ట మొదట ఏర్పడిన మండలీ కరణకు (zoning) చాలా ప్రాధాన్యమివ్వవలె. ఈ విధమైన మండలీ కరణలు సల్ఫర్ నిక్షేపాలలో కనిపిస్తుంటాయి, కాపర్ నిక్షేపాలున్న కొన్ని ప్రదేశాలలో దిగువ నుంచి పై భాగానికి ఈ దిగువ సూచించిన మండలీ కరణను గుర్తించ వచ్చు. (1) కాపర్ ఖనిజీ కరణ, (2) జింక్ లెడ్‌ల సమ్మేళనము (3) బెరైట్-లెడ్ ఖనిజీ కరణ, (4) సిల్వర్ ఖనిజీ కరణ, (5) బెరైట్ ఖనిజీ కరణ. ఈ మండలీ కరణ కాపర్ నిక్షేపం కేంద్రం నుంచి పక్కలకు, పై భాగాలకూ వ్యాపిస్తుంది. ఉపరి తలం మీది

భూరసాయనిక పరివేషాలను గురించి పరిశోధించేటప్పుడు ఇటువంటి మండలీ కరణాలను దృష్టిలో ఉంచుకొన్నట్లయితే పరివేషాల విస్తరణను గురించి నిశ్చితమైన అభిప్రాయాలను ఏర్పరచుకోవచ్చు. మండలీ కరణలను దృష్టిలో పెట్టుకొనే పక్షంలో పరివేషాలు ఆధారంగా చేసిన వివరణలు తప్పు దారి తీస్తాయి. కొన్ని చోట్ల కాపర్ నిక్షేపం కేంద్ర మండలానికి ఆనుకొని పైరైట్-పిర్హోటైట్ ఖనిజ మండలము, దాని తరువాత కాల్సైట్ గాని బెరైట్ గాని లేదా రెండూ గాని ఉంటాయి కొన్ని మండలీ కరణలలో చిట్టచివరి దశలో క్వార్ట్జ కూడా ఏర్పడుతుంది. ఇటువంటి మండలీ కరణను గుర్తించి మైసూరు (కర్ణాటక) రాష్ట్రంలోని ఇంగల్ధాల్ (చిత్రదుర్గ జిల్లా) వద్ద ఉన్న కాపర్ నిక్షిప్తాల ఉనికిని కనుక్కొన్నారు. మొసబోనీ (బీహారు) వద్ద ఉన్న కాపర్ నిక్షేపాలలో కయొలినైజేషన్, క్లోరిటైజేషన్, మొదలైన వాటిని భూరసాయనిక సూచికలుగా ఎన్నుకోవచ్చునని ఆంధ్ర విశ్వవిద్యాలయంలోని భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగంలో పనిచేస్తున్న డాక్టరు కె. కామేశ్వర రావు గారి పరిశోధనల ద్వారా తెలిసింది.

ఖనిజ నిక్షేపము అనేక దశలలో ఏర్పడుతుంది. ప్రతిదశలోను ఖనిజ నిక్షేప ప్రక్రియతో కొన్నికొన్ని లోహమూలకాలు సంబంధం కలిగి ఉంటాయి. ఒక్కొక్కదశలో ఖనిజనిక్షేపపు ద్రావణాలనుంచి ఖనిజాలు, ఖనిజేతర పదార్థాలు ఘనీభవించేటప్పుడు ఈలోహమూలకాలుకూడా ఆ సమయాలలో కొన్ని ఖనిజాలలో చొచ్చుకొనిపోయి ఘనీభవిస్తాయి. కనక నిక్షేపాన్వేషణకు ముందుగా ఏలోహ మూలకాలు ఏ ఖనిజ నిక్షేప ప్రక్రియదశకు చెందినవో వివరణచేసుకొని ఏమూలకాలు ఖనిజ నిక్షేపంతోబాటు ఘనీభవనం చెందినవో కనుక్కోవలె. ఇటువంటి మూలకాల పరివేషాలను పరీక్షించి, అవగాహన చేసుకొని, అసలైన నిక్షేపము ఎక్కడ కేంద్రీకృతమై ఉందో తెలుసుకోవచ్చు.

భూరసాయనిక పరివేషాలను పరీక్షించేటప్పుడు లోహఖనిజాలతో సన్నిహితంగా ఉన్న మూలకాల పరివేషాల మీద దృష్టి కేంద్రీకరించవలె. ఎందువల్లనంటే లోహఖనిజాలతో సన్నిహితంగా ఉన్న మూలకాలే ఎక్కువ విజయవంతమైన ఫలితాల నిస్తాయి. ఖనిజనిక్షేపం ఏర్పడేదశలో ఏఏ మూలకాలుంటాయో తెలుసుకొని వాటి పరివేషాలను గురించి పరిశోధనలు సాగిస్తే నిక్షేపఉనికి మనకు త్వరగా తెలుస్తుంది. ఈ మూలకాలలో కొన్ని నిక్షేపపుకేంద్రీకరణకు పూర్వాసివి, మరికొన్ని నిక్షేపపుకేంద్రీకరణకు అనంతరమైనవి. కొన్ని నిక్షేపపుకేంద్రీకరణ

కాలానికి చెందినవి. కొన్నికొన్ని సందర్భాలలో ఒకేఒక మూలకము వివిధదశలలో వివిధసమ్మేళనాలలో ఉంటుంది, ఉదాహరణకు: కాపర్, ఆర్సెనిక్, కాపర్,బిస్మత్ ఆర్సెనిక్,కాపర్, సిల్వర్, కాపర్,బిస్మత్, జింక్, ఆర్సెనిక్'కాపర్. మోలిబ్డినమ్ మొదలైనవి భూరసాయనిక పరివేషాలను గురించి వివరణ జరిగేటప్పుడు పైన చెప్పిన సంఘటనల వంటివి దృష్టిలో ఉంచుకోవలె.

నిక్షేపపు కుడ్యాలు లోహ ప్రవర్తన

ఖనిజనిక్షేపము ఉపరితలంపై బహిర్గతం కాకుండా లోతుగా ఉన్నప్పుడు నిక్షేపం ఉనికి నిక్షేపంయొక్క లంబమాన కుడ్యంలోను, పాదకుడ్యంలోను వివరణగా తెలుస్తుంది. ఖనిజనిక్షేపం ఏర్పడే సమయంలో ఖనిజద్రావణాలనుంచి వెలువడిన లోహాలు, వివిధ మూలద్రవ్యాలతో సమ్మిళితమైన వాయువులు నిక్షేపం స్థానానికి ఎగువగా ఉన్న శిలాపదార్థాలలోకి చొచ్చుకొని పోతాయి. ఈ శిలలు రంధ్రాన్వితమై ఉండి ప్రతిస్థాపనక్రియకు అనుకూలమై ఉన్నట్లయితే నిక్షేపం నుంచి వెలువడేవాయు, ద్రవస్వరూపాలు శిలలలో అనుగుణమైన మార్పులు తెస్తాయి. ఈ మార్పులు భౌతికం కావచ్చు; రసాయనికం కావచ్చు; లేదా రెండూ కావచ్చు. ఈ విధంగా మార్పులను తెచ్చే మూలకాలు, ద్రావణాలు నిక్షేపపు మూలకాలు కాకుండా ఖనిజీకరణ ద్రావణాలలో వృద్ధిపొందుతూ నిక్షేపంనుంచి వేరుగావింపబడిన వాయురూప ద్రవరూప పదార్థాలైనా కావచ్చును. ఖనిజనిక్షేపం ఏర్పడేటప్పుడు ఖనిజద్రావణాల నుంచి పైకి వెళ్లేపదార్థాలలో మెర్క్యూరీ, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమొని. బిస్మత్, సిల్వర్, సెలినియమ్, టెలూరియమ్ మొదలైన ఖనిజ మూలకాలే కాకుండా ఫ్లోరీన్, బోరాన్ కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ సిలికా. బేరియమ్ స్ట్రాన్షియమ్ కూడా ఉంటాయి. ఈ విధంగా నిక్షేపం కేంద్రం నుంచి ద్రవ, వాయుపదార్థాలు బయటకు వచ్చేటప్పుడు లంబమాన కుడ్యంలోని శిలలలో కొన్ని ఖనిజపదార్థాలు ఘనీభవించడానికి అవకాశాలున్నాయి. ఇవి కాకుండా ఉష్ణజలీయ ద్రావణాలవల్ల కలిగే మార్పులు ఈ శిలలలో కనిపించ వచ్చు ఉపరితలం మీద ఖనిజపదార్థాల గుర్తులు, లేదా ఉష్ణజలీయ మార్పులు కనిపించినట్లయితే అటువంటి ప్రదేశాలలో భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ ప్రారంభించవచ్చు.

ఖనిజనిక్షేపం ఏర్పడేటప్పుడు వెలువడే ద్రవ, వాయురూప పదార్థాలు నిక్షేపం కేంద్రంనుంచి ఎగువకు, పక్కలకు ఎంతదూరం ప్రయాణం చేయబడతాయి.

అనేది ఆయాపదార్థాల చలనశక్తి మీద రవాణాకు వీలుగాఉండే శిలా సచ్ఛిద్రత మీదా పదార్థాలు బయటకు విడుదల చేసేటప్పుడు వాటికున్న పీడన, ఉష్ణోగ్రతల మీదా ఆధారపడి ఉంటుంది. కేవలం చలనశక్తి తారతమ్యాలవల్ల ఒకేకేంద్రం నుంచి వెలువడే ద్రవ, వాయురూపపదార్థాలు రవాణాచేయబడే దూరాలలో మార్పులుంటాయి. అంతర్వేశ నిక్షేపాలలో (Inclusion Ores) ఆర్సెనిక్, మోలిబ్డనమ్, నిక్షేపానికి ఎగువ 170 మీటర్ల వరకు, సిల్వర్ 190 మీటర్ల వరకు బిస్మత్ జింక్ 225 మీటర్ల వరకు, బేరియమ్, లెడ్ 65 మీటర్ల వరకు, కాపర్ 100 మీటర్ల వరకు రవాణాచేయబడతాయి. ముద్దరూపంలో ఉన్న నిక్షేపపు కేంద్రాలలో లెడ్, బేరియమ్ కాపర్ ధాతువులు నిక్షేపానికి ఎగువగా 5 మీటర్లు దాటవు. జింక్, బిస్మత్, ఆర్సెనిక్ 210 మీటర్ వరకు ఎగువకు రవాణాచేయబడతాయి. నిక్షేపానికి ఎగువభాగంలో ఆర్సెనిక్ ఉండక పోవడం గమనించవలసిన విషయము నిక్షేపం కేంద్రాన్ని కప్పిఉన్న శిలా పదార్థము ఎక్కువ రంధ్రాలతో ఉన్నట్లయితే యీలోహమూలకాలు చాలా హెచ్చు దూరం వరకు రవాణాచేయబడతాయి.అదేకాకుండా రంధ్రాన్విత శిలాపదార్థాలలో ముఖ్య, అనుబంధ ఖనిజాలు కొద్దిమేరకు నిక్షేపితం అవుతాయి. రంధ్రాన్విత శిలాపదార్థాలద్వారానే కాకుండా ఒకదానికొకటి అనుబంధంగాఉన్న (connected) వివరాల ద్వారాను, నిక్షేపాలచే నింపబడిన వివరాలద్వారా ఖనిజద్రావణాలు రవాణాచేయబడతాయి. వివరణ ప్రక్రియ మూలంగా కూడా మూలకాలు రవాణా చేయబడతాయి. దీనివల్ల కలిగే రవాణా ఖనిజనిక్షేపానికి దగ్గరలోనే జరుగుతుంది కాని దూరంగా మాత్రంకాదు. ద్రావణ,వాయురూపంలో నుంచి పరివేషాల నేర్పరిచే ముఖ్య, అనుబంధ మూలకాలు వివరణ ప్రక్రియలకన్న వివరపూరితమై రంధ్రాన్వితమై ఉన్న శిలలలో హెచ్చుదూరం వ్యాప్తి చెందుతాయి. భూరసాయనిక పద్ధతులలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు వివరాలు, రంధ్రాలు, ఎక్కువగా ఉన్న శిలలతో పరివేషాలను హెచ్చుదూరం వరకు పరిశోధించవలె ఖనిజనిక్షేపం కేంద్రం నుంచి వ్యాపించే ద్రవ,వాయురూప మూలపదార్థాలు శిలాంతర్భాగంలోని రంధ్రాలల్లో మనీభవిస్తాయి ఇదికాకుండా శిలలలో అంతకుముందున్న ఖనిజాలతో ఈ మూలపదార్థాలు కలుస్తాయి. ఈ విధంగా సల్ఫైడ్, ఆర్సెనైడ్ ఖనిజాలలోను, పైరైట్‌లోను కొన్నిముఖ్యమైన అనుబంధ మూలకాలు కేంద్రీకరించబడి ఉంటాయి. అందువల్ల నిక్షేపాన్వేషణ సమయంలో ఖనిజాలలోఉన్న మూలకాలను గుర్తించి

వాటి పరిమాణాలలోని హెచ్చులను పరిశీలించడం ఒక ముఖ్యమైన అంశము. విసరణ ప్రక్రియవల్ల మూలకాలు చాలా తక్కువదూరం వ్యాపిస్తాయి. ప్రాథమిక పరివేషాలున్నట్లయితే అవి నిక్షేపాన్వేషణకు అంత సహాయకారులుగా ఉండవు. విదరాలు హెచ్చుగాఉన్న శిలలలో ఖనిజీకృతస్థానము (area of Mineralisation) చాలా హెచ్చుదూరం వరకు ఉంటుంది. భూరసాయనిక పరివేషాలలోని నిమ్నోన్నతాలు వివరాలు, రంధ్రాన్విత శిలల తగ్గుహెచ్చులతో సమాంతరంగా ఉంటాయి.

బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలు-నిక్షేపాలకు సూచికలు

లోహాలతో కూడిన శిలారీతులు దగ్గర దగ్గరగానే ఉన్నట్లయితే ఆప్రాంతం లోకొంత లోతున నిక్షేపాలు కేంద్రీకృతమై ఉన్నట్లు భావించవచ్చు. ఈ లోహాలలో ముఖ్యంగా సూచికలుగా పనికివచ్చేవి సిల్వర్, జింక్, లెడ్, బిస్మత్, కాపర్, మెర్క్యురీ మొదలైనవి. గోల్డ్ సిల్వర్ల నిష్పత్తి కొన్ని స్వర్ణయుత పైరైట్ నిక్షేపాలలో హెచ్చుగా ఉంటుంది. బేరియమ్ మెర్క్యురీ చాలా రకాలయిన నిక్షేపాలకు సూచికలుగా పనికివస్తాయి. కనకభూరసాయనిక సర్వేక్షణలో ఈరెండింటి పరిమాణాలలోని హెచ్చుతగ్గులు జాగ్రత్తగా పరిశీలించవలె. బేరియమ్, మెర్క్యురీ పరివేషాల మీద సోవియట్ యూనియన్‌లో చాలా పరిశోధనలు జరిపినారు. బేరియమ్‌కు మెర్క్యురీకి అంతర్ సంబంధముంటని సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞులు కను క్కొన్నారు మెర్క్యురీ చలనము ద్రావణరూపంలో యాంత్రికంగాను,సల్ఫైడ్ ఆక్సీకరణ మండలంలో బాష్పీకరణ వల్లనూ కలుగుతుంది బాష్పీకరణము చెందిన మెర్క్యురీ ఐరన్ మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్‌లచే పొందుపరుపబడుతుంది. ఆక్సీకరణమండలం లో ఐరన్ సల్ఫేట్ ఉంటే మెర్క్యురీ చలనము రెండింతలవుతుంది. పాదరసపు పరివేషము చాలారకాలైన నిక్షేపాలచుట్టూ ఏర్పడుతుంది. ఇదే విధంగా సైడెరైట్ సిరల ఉనికిని కనుక్కోవడానికి మాంగనీస్ పరివేషాలు ఉపయోగపడతాయి. మాంగనీస్ పరివేషాలు ఇటువంటి సందర్భాలలో 100 మీటర్ల వరకు వ్యాపిస్తాయి లెడ్-జింక్ సైడెరైట్ సిరలను వెదికేటప్పుడు కూడా ఈ మాంగనీస్ పరివేషాలు ఉపయోగంగా ఉంటాయి.

బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలలో భూరసాయనిక సర్వేక్షణ,ప్రారంభించడానికీ మచ్చులను ఏ విధంగా సేకరించవలెననేది ముందుగానే నిశితంగా పరిశీలించి ఒక నిశ్చితాభిప్రాయానికిరావలె. సర్వేక్షణలోని ఫలితాలన్నీ ఈ నమూనాలు సేకరించే పద్ధతిమీద ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉంటుంది. నమూనాలు సేకరించేటప్పుడు

ఆ ప్రదేశంలోని భూస్వరూప నిర్మితులను దృష్టిలో ఉంచుకొని అనంతర పరి వేషాలమీద ఈ నిర్మితుల ప్రభావము ఎట్లా ఉంటుందో అర్థం చేసుకొని నమూనాలను సేకరించవలె.

భూరసాయనిక సర్వేక్షణ సహాయంతో ఖనిజాల విక్షేపణము (dispersion), వాటి కేంద్రీకరణ ఎక్కడెక్కడ సంభవించడానికి అవకాశముందో తెలుసుకోవచ్చు. అంత మాత్రం చేత ఆయా ప్రదేశాలలో తప్పకుండా ఖనిజ నిక్షేపాలుంటాయని మనము ఊహించ కూడదు. భూరసాయనిక సర్వేక్షణతో బాటు నిర్మితి సర్వేక్షణ, భూసర్వేక్షణ కలిపినట్లయితేనే నిక్షేపాలు ఎక్కడ కేంద్రీకృతమై ఉన్నవో తెలుసుకోగలము. అంతకు ముందే విశదమై ఉన్న నిక్షేపం కేంద్రపు అవిచ్ఛిన్నతను, విస్తృతిని కనుక్కోవడానికి భూరసాయనిక సర్వేక్షణ చాలా అనుకూలము. బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలలో వివిధ మూలకాల చలనాన్ని,(పార్శ్వాలకు పైభాగాలకు), ప్రవర్తనను సూచించే భూరసాయనిక మాన చిత్రాలను(Maps)ముందుగానే తయారు చేసుకొని స్థానపు నిర్మితులు అశ్మ విజ్ఞాన రూపు రేఖల దృష్ట్యా ఈ మూలకాల ప్రవర్తన ఏ విధంగా ఉందో అర్థం చేసుకొన్నట్లయితే నిక్షేపాన్వేషణను సరిగా ప్లాన్ చేసుకోవచ్చు. బహిర్గతాలు లేని చోట్ల భూ సర్వేక్షణ, నిర్మితి సర్వేక్షణలకు అవకాశం లేదు. కాబట్టి అటు వంటి చోట, గోతులు తీసి శిలా స్వరూపాలను తెలుసుకొని భౌమమాన చిత్రాలను, నిర్మితి మాన చిత్రాలను తయారు చేసుకొని భూరసాయనిక సర్వేక్షణ జరపడం వల్ల సత్ఫలితాలు త్వరితంగా లభిస్తాయి. ఇటువంటి చోట్ల భౌమ వృక్ష శాస్త్ర సూచికలు కూడా చాలా సహాయ కారులుగా ఉంటాయి. ఈ ప్రదేశాలలో శిలా స్వరూపాలను తెలుసుకోవడానికి భూ భౌతిక పద్ధతులలోని అయస్కాంత పద్ధతిని, విద్యుత్ పద్ధతిని ఉపయోగించుకోవచ్చు. భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ద్వారా విక్షిప్త వ్యవస్థలో ఉన్న (dispersed state) ఖనిజీకృత స్థానాలను మాత్రమే కనుక్కోవడం వల్ల అంత లాభం ఉండదు. ధనీకృత (enriched) ఖనిజ కేంద్రాలను కనిపెట్టినప్పుడే సర్వేక్షణ లాభసాటి కాగలదు. విక్షిప్త వ్యవస్థగాని, ధనీకృత వ్యవస్థగాని సరిగా ఖనిజీకృత కేంద్రాలకు పై భాగంలోను, పక్కలలోను, ఉంటుందను కోవడం పొరపాటు. ఈ వ్యవస్థలు ఖనిజ నిక్షేపాలకు కొన్ని మీటర్ల దూరంలో ఉండవచ్చు. ఈ వ్యవస్థలు ఎక్కడ ఏర్పడతాయి. అనేది ఖనిజ నిక్షేపపు స్వరూపాన్ని బట్టి, దాని స్థాయి (pitch) ని బట్టి, ఆతిథేయ శిలతో ఖనిజ రాశి స్పర్శలను బట్టి, నిరూప రాసిక

విసరాల విస్తరణను బట్టి, ఉంటుంది. ఉపరితలం మీద కనబడే ఖనిజీకరణ మండలాన్ని అంతర్భాగపు ఖనిజ నిక్షేపానికి సూచనగా తీసుకొని అసలైన నిక్షేపం ఎక్కడ ఉందో మిగిలిన సర్వేక్షణల ద్వారా తెలుసుకో వలె.

బహిర్గతాలు లేని ప్రదేశాలలో నిక్షేపంతో బాటు ఈ దిగువ సూచించిన ప్రక్రియలకు కూడా శ్రద్ధ వహించ వలె.

ఖనిజ నిక్షేపానికి సమీపంలో సంభవించిన మార్పులు : ఆల్బైటైజేషన్, క్లోరిటైజేషన్, సెరిసిటైజేషన్, సిలిసిఫికేషన్, డోలొమిటైజేషన్, కాల్సిటైజేషన్, బెరైటైజేషన్ మొదలైన మార్పులు సంభవించిన శిలలలో నిక్షేపపు మూలకాలనే కాకుండా కొన్ని సందర్భాలలో ఆర్సెనిక్, ఆంటిమొని, మెర్క్యురీ, బేరియమ్ స్ట్రాంషియమ్, ఐరన్ మాంగనీస్ మొదలైన వాటి కోసం కూడా శిలల నమూనాలను పరీక్షించ వలె.

(2) నిక్షేపం ప్రాంతంలో నిర్మితి పరిశోధనలు, విరూప కారక సంచలనాలు (విదరాలు, అవనతి అతిక్షిప్తాలు, తిర్యక్ వళులు మొదలైనవి)

(3) ఖనిజీకృత స్థావరాల వద్ద, డైక్‌లు, స్పర్శల వద్ద ఖనిజ-శిలా పరిశీల నాత్మక పరిశోధనలు.

(4) ఖనిజీకృత స్థావరాల వద్ద ఉన్న శిలలలో రసాయనిక మార్పులు.

ఖనిజపు మూలకాలతో సహసంబంధమున్న మూలకాలు ఉపరితలంమీద సూచికలుగా కనబడితే అంతర్భాగంలో ఖనిజ నిక్షేపాలు ఉన్నాయనడానికి నిదర్శనము. ఇటువంటి సందర్భాలలో ఈ సహసంబంధ మూలకాలు ఏ ఏ ఖనిజాలలో ఇమిడి ఉన్నాయో తెలుసుకోవడం చాలా ముఖ్యము. ఏ ప్రాంతంలో అయితే నిక్షేపాన్వేషణ జరపడానికి నిశ్చయించుకున్నామో ఆ ప్రాంతపు శిలా విన్యాసాలకు తుల్యమై, నిక్షేపం ఉనికి తెలిసి ఉన్న మరొక ప్రాంతంలోని అంతర్భాగపు శిలల నమూనాలను విశ్లేషించి ఆ ఫలితాలను అన్వేషణ జరిగే ప్రాంతంతో పోల్చి చూడటం నిక్షేపాన్వేషణకు చాలా సహాయంగా ఉంటుంది. బోరు హోల్" లను తవ్వి, అందులోని మూలకాల మార్పులు, పరిమాణాలు సూచించే రసాయనిక ఛేదాన్ని (geochemical section) తయారు చేసుకో వలె. ఇదే ఛేదంలో అన్ని రకాలైన విసరాలనూ సూచించవలె. "బోరుహోల్" లలో సేకరించిన విషయాలు నన్నింటినీ సమకూర్చుకొని అన్వేషణ సాగించే ప్రాంతానికి ఒక భూరసాయనిక పార్శ్వ రేఖాకృతి (geochemical psrofile)ని

తయారు చేసుకోవలె. ఈ పార్శ్వ రేఖాకృతులతో అశ్మవిజ్ఞాన, విరూప కారక సాక్ష్యాలను జోడించి పరిశీలించినట్లయితే నిక్షేపాన్వేషణ సాగించడానికి పటిష్ట మైన ప్రమాణాలు (criteria) లభిస్తాయి ఇంతే కాకుండా నిక్షేపాలు అంతర్భా గంలో ఏ విధంగా మార్పులు చెందుతాయో తేట తెల్లమవుతుంది. భూరసాయ నిక మాన చిత్రాలను (Geochemical Maps) బోరు హోల్ పార్శ్వ రేఖా కృతులతోను (Bore hole Profiles), నిర్మాణ మాన చిత్రాలతోను (Structural Maps) కలిపి పరిశీలించి నట్లయితే ఖనిజ నిక్షేపం ఉపరితలం నుంచి అంతర్భాగంలోనికి ఏ విధమైన రీతిలో ఉందో సులభంగా అవగాహన చేసుకోవచ్చు.

అదృఢీభూత పదార్థాలు (Unconsolidated Materials)- లోహ కేంద్రీకరణ విసరణ పరివేషాలు,

ఆధారశిలలలో ఏక జన్యాలయిన ఖనిజ మండలాలున్న ప్రదేశాలను ఖనిజీకృత మండలాలని అంటారు. ఆధార శిలలలో నిక్షేపాలు కేంద్రీకృతమై నప్పుడు నిక్షేపం చుట్టూ ఆధార శిలలలో కొంత మేర వరకు ఖనిజీ కరణ కని పిస్తుంది. ఈ విధంగా ఆధార శిలలలో నిక్షేపానికి నలుదెసలా వ్యాప్తి చెందిన ఖనిజ మండలాన్ని "విసరణ పరివేషము" అంటారు. అక్సీకరణ చెంది, శిలాకృతులను కోల్పోయి వదులైన మృత్తిక పదార్థంతో కప్పబడిన ప్రాంతాలలో నిక్షేపం కేంద్రం చుట్టూ నిక్షేపానికి చెందిన ముఖ్య మూలకాలు. అనుబంధ మూల కాలు విసరణజెంది పరివేషాలేర్పడతాయి. వీటిని కూడా "విసరణ పరివేషా" లంటారు. ఆధారశిలలలోని విసరణ పరివేషాలకూ వదులైన మృత్తికపదార్థాలలోని పరివేషాలకూ తేడా కనిపించేవిధంగా మొదట చెప్పినవాటిని ఖనిజీకృతమండలా లని చెప్పుకోవచ్చు. అప్పుడు వదులైన మృతికపదార్థాలలో పరివేషాలు మాత్రం "విసరణ పరివేషా'' లవుతాయి. ఆధారశిలలలోని ఖనిజీకృత మండలాలు ప్రాథమిక ప్రక్రియవల్ల మాత్రమే ఏర్పడతాయి, మృత్తిక పొరలలో ఏర్పడిన పరివేషాలు ప్రాథమిక ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడిన తరవాత అనంతర ప్రక్రియవల్ల వివిధమార్పులుచెంది. "అనంతర పరివేషాలుగా'' రూపొందుతాయి. ఈ విధమైన అనంతర పరివేషాలమీద ప్రాంతీయ వాతావరణము, శిలారీతులు, నైసర్గిక స్వరూపాల ప్రభావము చాలామటుకు ఉంటుంది. ఈ కారకాల నన్నింటినీ భూరసాయనిక భూదృశ్యము (Geochemical landscape) అనిచెప్పుకోవచ్చు

విసరణ పరివేషాలు-కారకాలు-ప్రక్రియలు

1. ప్రప్రథమంగా విసరణ పరివేషాలు ఏర్పడటానికి ప్రాథమిక ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిన నిక్షేపంలో ఏఏలోహమూలకము ఎంతెంత పరిమాణంలో ఉన్నదో అనేది మూలాధారము. ఆధార శిలలలో కేంద్రీకృతమై ఉన్న ఖనిజనిక్షేపంతో అనుబంధించిఉన్న మూలకాలు ఆధార శిలలతోబాటు నిక్షేపంకూడా శైథిల్యం చెందినప్పుడు ద్రావణ రూపంలోనూ, మరి ఇతర రూపాలలోను నిక్షేపానికి నాలుగు వైపులా విసరణ చెందుతాయి. ఈ విధంగా ఈ మూలకాల పరివేషాలేర్పడతాయి.

2. ఆధార శిలలు, వాటిలోని నిక్షేపాలు రసాయనికంగా మార్పులు చెందడానికి వీలైన ఉత్తరజాత కారకాలు (కార్బానిక్ ఆసిడ్, ఆక్సిజన్, వృక్ష సముదాయము మొదలైనవి.)

3. ప్రాంతీయ వాతావరణము, నైసర్గికస్వరూపము వీటివల్ల శైథిల్య ప్రక్రియలో అనేకమార్పులు వస్తాయి.

4. జలభౌమిక వాతావరణము శైథిల్యంచెందే నిక్షేపాలమీద శైథిల్య క్రియానంతరం నిక్షేపంనుంచి, ఆధారశిలలనుంచి విడుదలచేసిన వివిధ మూలకాల రవాణామీద చాలా హెచ్చుప్రభావము చూపుతుంది,

5. శైథిల్యస్థాయి. శైథిల్యక్రియానంతరం శిలాపదార్థము ఎంతవరకు పటుత్వంతప్పి దారుఢ్యాన్ని కోల్పోయిందో దానిమీదకూడా పరివేషాలేర్పడే ప్రక్రియ ఆధారపడి ఉంటుంది.

6. నిక్షేపంలోను,ఆ తిథేయ ఆధార శిలలలోను ఉన్న ముఖ్యమూలకాల, అనుబంధమూలకాల చలనశక్తి, ఈ చలనశక్తి జలద్రావణస్థితిలో ఒక విధంగాను ఇతరద్రావణస్థితులలో మరిఒక విధంగాను ఉంటుంది. అదేవిధంగా ఆర్గానిక్ పదార్థాలతో కలిసినప్పుడున్న చలనశక్తి అది లేనప్పుడున్నదానికి భిన్నంగా ఉంటుంది.

7. ద్రావణస్థితిలో చలనంలో ఉన్నపరివేషాలు ఏర్పరిచే ముఖ్యమూలకాలను, అనుబంధమూలకాలను ద్రావణస్థితినుంచి అవక్షేపస్థితికి తీసుకొనిరాగల రసాయనిక పదార్థాల ఉనికి పరివేషాల తీరుతెన్నులమీద చాలా ప్రభావంకలిగి ఉంటుంది. నిక్షేపంలోగాని, ఆధారశిలతోగాని సున్నపురాయి మొదలైనవి అనుబంధంగా ఉన్నట్లయితే మూలకాలుహెచ్చుదూరం రవాణాచేయబడకుండా సున్నపురాయి సహాయంతో అవక్షేపాలవుతాయి.

8. ఎత్తుపల్లాలు, లోయలు, వాలులు మొదలైన భౌమరూపురేఖలు (features) పరివేషాలేర్పడటం మీదను, అవి విసరణ చెందడం మీదను హెచ్చు ప్రభావం కలిగి ఉంటాయి.

9. శైథిల్యం చెందిన శిలాపదార్థంలోని సున్నితవిభాగం సంఘటన: పరివేషాలేర్పరిచే మూలకాలు రవాణాచేయబడినప్పుడు శైథిల్యశిలాపదార్థంలోని మరికొన్ని మూలకాలతో రసాయన సంయోగం చెందే అవకాశాలు శిలాపదార్థం సున్నితంగా ఉన్నప్పుడు ఎక్కువ ఇదీకాక పదార్థము ఎంత శోషణసామర్థ్యం కలిగి ఉంటుందో దానిమీదకూడా పరివేషాలు ఆధారపడిఉంటాయి.

10. నిక్షేపాన్ని, నిక్షేపంఉన్న ఆధారశిలను కప్పిఉన్న శైథిల్యశిలా పదార్థపు మందము, సంఘటన ఏర్పడినతీరు ఈ పరివేషాలు ఏర్పడటంమీద, విసరణ చెందడం మీద హెచ్చుప్రభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

ఈ పైకారకాలను బట్టి పరివేషాలు ఏర్పడటానికి అవసరమైన ప్రక్రియలలో చాలాభేదాలుంటాయి. ఈ పరివేషాలేర్పడటానికి ముఖ్యమైన ప్రక్రియలను కింద ఉదహరించడం జరిగింది.

(1) నూతన పురాతన శైథిల్య ప్రక్రియలు

(2) ద్రావణాలను వృక్షసంపత్తి పీల్చివేయడం

(3) భూమిమీద మృత్తికపొరలలోని నీరుకేశనాళికా చర్య (Capillary action) వల్ల ఉపరితలం మీదకు రవాణాచేయబడి సూర్యరశ్మి ప్రభావంతో ఆవిరిరూపం దాల్చడం.

(4) నిక్షేపాలలోని సల్ఫైడ్ ఖనిజాలు ఆమ్లజనీకరణం చెందడం. కొన్నిలోహాలు హెచ్చువేలెన్సీ స్థితిలోకి ఆక్సీకరణచెందడం కొన్నిలోహమూలకాలు హెచ్చు సంయోజక స్థితిలో ఎక్కువ ద్రావణీయత కలిగి ఉంటాయి. అందువల్ల హెచ్చుసంయోజక స్థితిలోఉన్న ఈ లోహాలు ఎక్కువదూరం రవాణాఅవుతాయి. ఈ తెగకు చెందిన లోహాలు టైటానియమ్, వెనేడియమ్, ఫాస్ఫరస్ మొదలైనవి. హెచ్చుసంయోజక స్థితిలోకి లోహమూలకాల చలనశక్తి హెచ్చుగాఉండి పరివేషాలు నిక్షేపాలకు చాలాదూరంగా కూడా ఏర్పడటానికి అవకాశముంది.

(5) యాంత్రికంగాను, వాయుసహాయంతోను భూమ్యాకర్షణ వల్లను శైథిల్య శిలాపదార్థాలు రవాణా చేయబడుతుంటాయి, ఈవిధంగా పరివేషాలు నిక్షేపానికి

ఎక్కువ దూరంలో ఏర్పడుతుంటాయి. రసాయనిక నిరోధకశక్తి హెచ్చుగాఉన్న ఖనిజాలు మాత్రమే ఈ విధంగా పరివేషాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఉ: క్రోమైట్, మాగ్నటైట్, ఇల్‌మనైట్, జిర్కాన్, రూటైల్, కాసిటరైట్, మోనజైట్ మొదలైనవి.

(6) వివరాలద్వారా మరి ఇతరమార్గల ద్వారా లోహద్రావణాలు అంతర్భౌమ జలతలాన్ని (Ground water table) చేరుకొని అక్కడనుంచి అంతర్భాగ ఉపరితల జలమార్గాలద్వారా అనేకచోట్లకు విసరణ చెందుతాయి.

(7) చలనస్థితిలో ఉన్న లోహద్రావణాలు విరూపణ చెందని తాజా శిలల తోను శైథిల్యావస్థలోఉన్న శిలలతోను అంతర్భౌమ నిక్షేపపు సమూహంతోను రసాయనికంగా ప్రతిక్రియ చెంది విసరణ పరివేషాలను ఏర్పరుస్తాయి.

(8) శోషణ (Sorption) విశోషణ (Dei-Sorption) ప్రక్రియలవల్ల లోహఆర్గానిక్ (Metal organic) సంయోగపదార్థాలు తయారవుతాయి. వీటివల్ల లోహాల చలనశక్తి హెచ్చవుతుంది.

(9) అవక్షేపప్రక్రియ, స్కందన (coagulation) ప్రక్రియలవల్ల పరివేషాల దూరము నిర్ణీతమవుతుంది.

(10) లోహ, లోహేతర ద్రావణాలు అనేకవిధాలుగా విస్తరణ చెందుతాయి.

శైథిల్యము అనంతరపరివేశాలు

అనంతర భూరసాయనిక పరివేషాలేర్పడటానికి ముఖ్యంగా శైథిల్యప్రక్రియ మూలకారణమని మనకు తెలిసినదే. ఈ శైథిల్య ప్రక్రియలో అన్ని ఖనిజాలు ఒకే రీతిగా శిథిలం చెందవని కూడా మనకు తెలుసు. శైథిల్యక్రియా నిరోధకాలైన ఖనిజాలు యథారూపంలో భౌతిక శక్తుల సహాయంతో చలనం చెందుతాయి. శిథిలం చెందిన ఖనిజాలలో కొన్ని ద్రావణీయాలు గాను, మరకొన్ని అద్రావణీయాలు గాను మారతాయి. ద్రావణీయాలు నీటితో కలిసి వివిధ రీతుల చలనం చెంది దూర ప్రదేశాలలో పరివేషాలను ఏర్పరుస్తాయి. ఇవి ఉపరితలం జలమార్గాల ద్వారా రవాణా చేయబడి జల భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణకు వీలు కలగజేస్తాయి. అద్రావణీయాలు కుళ్ళిన వృక్ష పదార్థంతో మిశ్రమం చెంది ఉపరితలం మీద మృత్తిక పొరలుగా ఏర్పడతాయి. ఈ మృత్తిక పొరల మందము, సంఘటన ఆ ప్రాంతపు శిలలను బట్టి, వాతావరణాన్నిబట్టి, వృక్ష

సంపత్తినిబట్టి, ఆధారపడి ఉంటుంది. హెచ్చు వర్షపాతము, తక్కువ బాష్పీభవనమున్న ప్రదేశాలలో ఈ మృత్తిక పొరమందము హెచ్చుగా ఉంటుంది. తక్కువ వర్షము, హెచ్చు బాష్పీభవనముఉన్న ప్రదేశాలలో ఈ పొర పలుచగా ఉంటుంది. మృత్తిక పొరనుబట్టి ఒక ప్రాంతంలో PH లో మార్పులు కలుగుతుంటాయి. ఈ PH లో మార్పులను బట్టి వివిధ మూలకాల చలనము ఉంటుంది. ఆమ్లపు PH, హెచ్చు వర్షపాతము ఉన్న ప్రదేశాలలో మూలకాలు ఎక్కువ భాగం ద్రావణీయ మవుతాయి. క్షారపు PH, తక్కువ వర్షపాతము ఉన్న ప్రాంతాలలో మూలకాలు అద్రావణీయాలుగా ఉండి వాటి జనన స్థానాలకు సమీపంగానే కేంద్రీకృత మవుతాయి.

లోహాలు వాటి అనుబంధ మూలకాలు మృత్తిక పొరలో అనేక రకాలుగా ఇమిడి ఉంటాయి. శైథిల్యక్రియా సమయంలో అన్ని ఖనిజ మూలద్రవ్యాలకు నిశ్చలత్వము (Stability) ఒకే పరిమాణంలో ఉండదు. నిశ్చలత్వము ఈ కింద చూపిన విధంగా తగ్గుతుంది.



Cu > Ni > Co > Zn > Fe > Mn

శిలలలో లోహాలు, అనుబంధ మూలకాలే కాకుండా కణమాత్ర మూలకాలు (trace elements) కూడా ఉంటాయి. శిలలలో ఇవి హెచ్చు పరిమాణంలో ఉన్నట్లయితే అటువంటి శైథిల్యం చెందిన తరువాత ఏర్పడిన మృత్తిక పొరలో ఈ కణమాత్ర మూలద్రవ్యాలు హెచ్చుగా ఉంటాయి. వృక్ష సంపత్తి దట్టంగా ఉన్న ప్రదేశాలలో మృత్తిక పొరలోని కణమాత్ర మూలకాలు వృక్షాల వివిధ భాగాలకు చేర్చబడటం వల్ల మృత్తిక పొరలోని వాటి పరిమాణం తగ్గుతుంది. ఉపరితలఅంతర్భాగ జలాల ప్రభావము హెచ్చుగా ఉన్న ప్రాంతాలలో మృత్తిక పొరలలోని ఈ కణమాత్ర మూలకాలు రవాణా చెందటం వల్ల పరిమాణం తగ్గుతుంది. ఈ కణమాత్ర మూలకాలు ద్రావణీయాలైన సంయోగ పదార్థాలుగా మార్పుచెందినప్పుడు ఎక్కువగా రవాణా చేయబడటం కారణంగా మృత్తిక పొరలలోని వాటి పరిమాణం తగ్గుతుంది.

లోహ సంయోగ పదార్థాల ద్రావణీయత, లోహాల వేలెన్సీ మారడం, అవి ద్రావణీయ సంయోగ పదార్థాలుగా మారడం మృత్తిక పొరలలోని PH, Eh విలువల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

కొన్ని మూలకాలు ద్రావణీయాలుగా మారి రవాణా చేయబడడం వల్లనూ, మరికొన్ని వృక్షాలలో కేంద్రీకృతం కావడం వల్లనూ మృత్తిక పొరలోని మిగిలిన మూలకాలు ఘనీకృతం(enrichment) అవుతాయి. ఇటువంటి సందర్భాలలో ఈ మృత్తిక పొరలోని కొన్ని మూలకాలు దిగువ భాగంలోని శిలలలో కన్న అధిక శాతం ఉంటాయి. ఎడారి ప్రాంతాలలోను, వర్షపాతము తక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాలలోను మృత్తికలో సంయోగ పదార్థాలుగా మారిన మూలకాల శాతం, కిందిభాగపు తాజా శిలలోని మూలకాల శాతం సరిసమానంగా ఉంటుంది.

శిలా శైథిల్య ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడిన మృత్తిక పొరలో ఉపరితలం నుంచి తాజా శిల వరకు లోహ మూలకాల శాతం ఒక్కొక్క మండలంలో ఒక్కొక్క మాదిరిగా ఉంటుంది. భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ కోసం నమూనాలను సేకరించేటప్పుడు మృత్తిక పొరలోని ఏ మండలం నుంచి ఉపరితలం నుంచి ఎంత లోతున—సేకరిస్తున్నదీ విశదంగా వ్రాసి ఉంచుకోవలె.

శిలాశైథిల్య ప్రక్రియ భౌమ కాలమానంలో అన్ని యుగాలలోను సంభవిస్తూనే ఉందని మనకు తెలిసిన విషయమే. పురాతన యుగాలలోని శైథిల్య క్రియానంతరం ఆ శిథిల మండలం తదనంతరపు మహా యుగపు నిక్షేపాలతో కప్పబడుతుంది ఆ విధంగా కప్పబడిన పురాతన శైథిల్య మండలాలలో కూడా విసరణ పరివేషాలను కనుక్కోవచ్చు. పైన కప్పి ఉన్న తదనంతర శిలలు కూడా శిథిలం చెందినప్పుడు వీటి దిగువ ఉన్న పురాతన శిథిల మండలం బహిర్గత మవుతుంది. అదీ కాకుండా ఉపరితలపు శిథిల మండలంతో బాటు పురాతన శిథిల మండలం కూడా అంతర్ జలాలకు, వృక్షాలకు అందుబాటులో ఉంటుంది.

సున్నపురాయి, స్కార్న్‌లు, (Skarns) డైక్‌లు, క్వార్ట్జ్ సిరలు-వీటి స్పర్శల వద్ద విఘటన క్రియ హెచ్చుగా ఉంటుంది. పురాతన శిథిలమండలంలో కూడా పరివేషాలు ఖనిజీకరణ చెందిన ప్రాంతపు విస్తీర్ణం పైనా, అధారశిలపైనా ఆధారపడి ఉంటాయి. విసరణ పరివేషాల మందము అవి ఏర్పడి ఉన్న వాతావరణ పరిస్థితులపైనా అవి భద్రపరచబడిన పరిస్థితులపైనా ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ మందము ఎల్లవేళలా ఒకే రీతిగా ఉండదు. పురాతన శిథిల పటలంలో ఏర్పడి అవక్షేప శిలలతో కప్పబడిన పరివేషాలు వాటి జనన స్థానాల వద్దనే ఉండవచ్చు. లేదా స్థల మార్పు చెందవచ్చు. వీటి మందము కొన్ని సెంటీమీటర్ల

నుంచి రెండు లేదా మూడు మీటర్ల వరకు ఉండవచ్చు. స్థలం మార్పు చెందిన పరివేషాల మందము ఒక్కొక్క చోట ఒక్కొక్క విధంగా ఉంది అది మొదట ఏర్పడిన పరివేషపు మందం మీదా, ఉపరితలపు వాలు మీదా, సమాకృతి మీదా, నిక్షేపపు సంఘటన మీదా ఆధారపడి ఉంటుంది. అవక్షేప శిలా నిక్షేపాల దిగువను అగాధపు లోతులలో ఉన్న పరివేషాల మందం అంత హెచ్చుగా ఉండదు. మందం ఒకటి నుంచి ఏడు మీటర్ల వరకు ఉండి పురాతన యుగంలో శిలా శైథిల్య ప్రక్రియకు లోనైన పటల మండలము, ఆక్సీకరణ మండలాలు ఎంత వరకు క్రమక్షయం పొందినాయో దాని మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. అగాధపు లోతులలో ఉన్న పరివేష్టాలను గురించి తెలుసుకొనేటప్పుడు పురాతన యుగపు శిథిల పటలాలను గుర్తుపట్టడం, వాటి పార్శ్వాకృతులను గురించి తెలుసుకోవడం చాలా అవసరము. అవశిష్ట పురాతన శిథిల పటలాన్ని పునర్నిక్షిప్తమైన దాని నుంచి, స్థానికమైన దానిని స్థల మార్పు చెందినదాని నుంచి గుర్తించ గలిగి ఉండటం చాలా ముఖ్యము. శిథిల పటలాలను ఆక్సీకరణ మండలాల నుంచి గుర్తించ గలిగి ఉండటం మరో ముఖ్య విషయము. ఎందువల్ల నంటే భూరసాయనిక సర్వేక్షణలు ఈ రెండు ప్రాంతాలలోను ఒకే మాదిరిగా ఉండక భిన్నంగా ఉంటాయి. శైథిల్య ప్రక్రియవల్ల ధనీకృతమైన నికెల్, క్రోమైట్, మాగ్నటైట్, ఇల్మనైట్ నిక్షేపాల కోసం చేసే భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ఆక్సీకరణం పొందిన కాపర్, పైరైట్ జింక్, నికెల్ మొదలైన వాటి నిక్షేపాల కోసం చేసే సర్వేక్షణకు భిన్నంగా ఉంటుంది. ఈ ఆక్సీకరణ మండలాన్ని భూరసాయనికంగా పరీక్షించినప్పుడు మనకు అందులో ఉన్న ముఖ్యమూలకాలు ఎంత వెదికినా దొరకవు. ఎందువల్లనంటే తదనంతర ప్రక్రియలవల్ల అవి ద్రావణీయాలుగా మారి అక్కడనుంచి వేరు చేయబడతాయి. ఈ ముఖ్యమూలకాలు లేనంతమాత్రాన మనము ఆ ప్రాంతంలో వీటి నిక్షేపాలు లేవనుకోవడం చాలా పెద్ద పొరబాటు అవుతుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో ఆక్సీకరణ మండలాలలో ముఖ్యమూలకాలకు బదులు కొన్ని టైపో మార్ఫిక్ (Typo-morphic) మూలకాలకోసం అన్వేషణ సాగించడం ఉత్తమోత్తమము. అదేవిధంగా ఉపరితలంమీద శైథిల్య ప్రక్రియవల్ల ధనీకృతమైన మూలకాలున్నంతమాత్రాన ఆ ప్రాంతంలో ఆయా నిక్షేపాలున్నాయనుకోవడం కూడా పొరబాటు. ఇక్కడకూడా టైపోమార్ఫిక్ మూలకాలను గురించి అన్వేషించి వాటి సహాయంతో సర్వేక్షణ ఫలితాలను విపులీకరించుకోవాలె.

ఎలూవియల్ లోహనిక్షేపాలు (Eluvial deposits) శైథిల్యక్రియవల్ల ఏర్పడతాయి. అతిమౌలిక శిలలు శిథిలం చెందిన కారణంగా నికెల్ కోబాల్ట్ నిక్షేపాలు ఏర్పడతాయని తెలుసుకొన్నాము గదా! ఇదేవిధంగా మాంగనీస్ జాస్పర్‌ల విసంధాన క్రియవల్ల మాంగనీస్ నిక్షిప్తాలేర్పడతాయి. ఆక్సీకరణం చెందిన మండలాలలో నిక్షిప్తము వృద్ధి పొందడం గమనార్హము. ఈ విధమైన వృద్ధి (ధనీకృతము) ఎక్కువగా బహులోహ నిక్షిప్తాలలో కనిపిస్తుంది. ఇటువంటి సంవృద్ధి నిక్షేపానికి సరిగా పైన సంభవించవచ్చు; లేదా నిక్షేపానికి కొంచెం దూరంలో సంభవించవచ్చు. ఈ ధనీకృత స్థానాలకు దిగువను ఆర్థికంగా లాభం కలిగించే ఖనిజీకృత మండలాలు ఉండనూ వచ్చు; లేకపోనూవచ్చును. ఉపరితలంమీద భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు ఇటువంటి ధనీకృత స్థానాలవద్ద పరివేషాలను చూసి విపులీకరించుకోవడంలో తొందరపడక అన్వేషణకోసం తీసుకొనే గని త్రవ్వకాలు మొదలైన చర్యల సహాయంతో లోతులలో లాభసాటిఅయిన ఖనిజీకృత మండలము ఉందో లేదో తెలుసుకొని అప్పుడు భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ఫలితాలను విపులీకరించుకోవలె. కాని ఈవిధమైన పద్ధతికి చాలా ఖర్చు అవుతుంది. అందువల్ల మనము భూరసాయనిక పరివేషాలను వెదికి కనుక్కోవడమే కాకుండా, వాటి ఆర్థికవిలువలు ఎటువంటివో అంచనా వేయడం కూడా చేయవలె.

ఖనిజ నిక్షేపంగాని, నిక్షేపపు సిరలుగాని శిథిలప్రదేశాలలో నిక్షేపంలోని ముఖ్యమైన, అనుబంధ మూలకాలు మృత్తికపొరలో ఉంటాయని చెప్పడం జరిగింది ఇటువంటి ప్రాంతాలలో వృక్షసంపద ఉన్నట్లయితే వృక్షాల వేర్లద్వారా కొన్ని మూలకాలు వృక్షభాగాలలో కేంద్రీకృతమైనప్పుడు మరికొన్ని మూలకాలు మృత్తిక పొరలో హెచ్చు విలువలను సూచిస్తాయి భూరసాయనిక సర్వేక్షణలో లోహపు హెచ్చువిలువలను కనుక్కోవడం ఈ వృక్షసంపద యొక్క మూలకాల గ్రహణ శక్తి మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఎడారి ప్రాంతాలలో చెట్లవేళ్లు చాలాలోతుకు పోతాయి. ఒక్కొక్కరకపు చెట్టువేళ్ళు ఒక్కొక్క పరిమితమైన లోతుకు చొచ్చుకొనిపోతాయి ఎక్కువగా చెట్లవేళ్ళు మృత్తికపొరలలో పైభాగంలోనే (0-40 cm) ఉంటాయి. లోతు భాగాలకు పోయే వేళ్ళసంఖ్య చాలా తక్కువ.

శిలలలో మూలకాలు ఎంత హెచ్చు పరిమాణంలో ఉంటే చెట్లు వాటిని అంత ఎక్కువ పరిమాణంలో తీసుకొంటాయి. ఒక్కొక్కరకపు చెట్టు

ఒక్కొక్క విధంగా మూలద్రవ్యాలను తీసుకొంటుంది. చెట్లు ఎండిపోయిన తరవాత ఖనిజాలు కేంద్రీకరించబడిన భాగాలన్నీ మృత్తికలో కలిసిపోవడంతో ఆ మృత్తిక పొర లోహమూలకాలతో ధనీకృతమవుతుంది.

కేశనాళికా చర్యవల్ల భూపటలపు అడుగుపొరలనుంచి లోహద్రావణాలు పైకివచ్చి ఆవిరిఅయి లోహమూలకాలను ఉపరితలానికి సమీపంగా కేంద్రీకరించడం భూరసాయనిక సర్వేక్షణలో తెలుసుకోవలసిన చాలాముఖ్యమైన విషయము. ఈవిధమైన కేంద్రీకరణ ఎడారిప్రాంతంలో ఇంకా ముఖ్యమైనది. మృత్తికపొర లోని రేణువులు ఎంత సుతకగా ఉంటే భూమి ఉపరితలానికి అంత చేరువలో ఈ లోహాలు కేంద్రీకృతమవుతాయి. కేశనాళికాచర్యవల్ల ద్రావణాలు ఉపరితలానికి చేరుకొనే వేగము ద్రావణాల సాంద్రీకరణమీద, వాటి రసాయనిక సంఘటనమీద, ఆధారపడి ఉంటుంది. ద్రావణాల సాంద్రీకరణ హెచ్చుగా ఉంటే వేగము తక్కువగా ఉంటుంది. ఏలోహాలూలేని నీరు ఉపరితలాన్ని అమితవేగంతో చేరుకొంటుంది. మృత్తికపొరలో జిప్సమ్‌గాని, సున్నముగాని కలిసి ఉన్నప్పుడు ఈ కేశనాళికాచర్య వేగం హెచ్చవుతుంది. సున్నపురాతినేలలో బహులోహసల్ఫైడ్ నిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు ఈ సత్యాన్ని బాగా గుర్తుంచుకోవలె. ఈ విధమైన కేశనాళికా ఆరోహణవల్ల భూపటలపు అడుగుపొరలనుంచి లవణాలు పైపొరకు రవాణాచేయబడి ఉపరితలంమీదగాని, దానికి కొంచెం దిగువభాగంలోగాని లవణపు పరివేషాలేర్పడతాయి. అంతర్భౌమ జలపు పై అంచు ఎక్కువ లోతులోలేని సందర్భాలలో ఈ లవణ పరివేషాలు ఉపరితలంమీదనే ఏర్పడతాయి. లేకపోతే ఇవి కొంచెం లోతులో ఏర్పడతాయి. ఉపరితలపు పరివేషాలు వృక్షపదార్థాలు మృత్తికపొరలో కలిసిపోయినందువల్లనూ, లోహద్రావణాల కేశనాళికా ఆరోహణవల్లనూ, మృత్తికపొర పైకివస్తున్న లోహ ద్రావణాలలోని లోహాలను పీల్చుకొన్నందువల్లనూ ఏర్పడతాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు ఉపరితలం నుంచి కిందికిపోయే ద్రావణాలు, లోతుభాగాలనుంచి పైకివచ్చే ద్రావణాలు కలుసుకొని అవక్షేపాలేర్పరిచినప్పుడు కూడా ఈ పరివేషాలేర్పడతాయి. నమూనాలను ఎంతలోతులో తీసుకోవలెనో నిర్ణయించేటప్పుడు ఈ పైవిషయాలను దృష్టిలో ఉంచుకోవలె. విదరాలులేని ప్రదేశాలలో మధ్యమధ్య క్లే పొరలుంటే కేశనాళికా ఆరోహణకు అంతరాయం కలుగుతుంది.

చమురు, వాయునిక్షేపాలు (Oil and Gas deposits) భూరసాయనిక, జీవప్రక్రియలమీద కొంత ప్రభావాన్ని కలిగిఉంటాయి. ఈ ప్రభావము మృత్తిక

పొరలలోను, అంతర్జలాలలోఉన్న లవణపదార్థాలలోను, ఆక్సీకరణ-క్షయకరణ శక్మం (Oridation - Reduction Potential) లోను కనిపిస్తుంది. చమురు నిక్షేపాలలోని కొన్నిపదార్థాల తీవ్రచలనశక్తివల్లను, చమురువాయువుల దీర్ఘకాలపు విసరణ (Prolonged diffusion) వల్లను, నిర్మితీయ కలశాల (structural dome) లోని విదరాలు, సూక్ష్మవివరాల వల్లను, హైడ్రోకార్బన్‌ల ప్రవాహము ఏర్పడుతుంది. ఈ ప్రవాహంతోబాటు కార్బానిక్ ఆమ్లము. స్థానికంగా హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్‌కూడా ఏర్పడతాయి. ఈ వాయువులు పైకిరావడానికి సూక్ష్మవిదరాలు, సచ్ఛిద్రత షిస్టోసిటీ దోహదం చేస్తాయి. పీఠభూమి (Platform) వాతావరణంలో ఈవాయువులు అంతర్భౌమ్య జలంతోను,ఆర్టీజియన్‌జలాల (artesian waters) తోను సమ్మిళితమయి మృత్తికపొరలలో కలిసిపోతాయి. వీటిలో కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోజన్ సల్ఫైడ్ మొదలైనవి అనుకూలపరిస్థితులలో తక్కువలోతులలో కూడా ఏర్పడతాయి.

భూపటలంలోని ఉష్ణోగ్రతాభేదాలవల్ల అంతర్భాగం నుంచి ఉపరితలానికి రవాణాచేయబడే వాయుమిశ్రమము పొరలు పొరలుగా విభాజితమవుతుంది. లోతైన స్థావరాలలో ఖనిజనిక్షేపమున్న ప్రాంతాంలో విదరాలు, భ్రంశాలు ఎక్కువగా ఉండి, శిలల సచ్ఛిద్రత హెచ్చుగా ఉన్నట్లయితే ఆరోహణజలాలు (ascending waters), ఆర్టీజియన్ జలాలు ఏర్పాడటానికి చాలా అవకాశముంది. ఫ్లోరీన్‌గాని, రేడియోధార్మిక మూలకాలు, ద్రావణీయాలైన లోహపులవణాలు ఖనిజనిక్షేపంలోగాని, ఆతిథేయ శిలలలోగాని ఉన్నట్లయితే వీటిలో కొంతభాగం ఈ జలాలలో కరిగిపోతాయి. ఇటువంటి ద్రావణాలు పైకివచ్చిన తరవాత భూజలాలతో మిశ్రమంచెంది ఉపరితలానికి సమీపంలోఉన్న మృత్తికపొరల సంఘటనంలో మార్పులు తెస్తాయి.

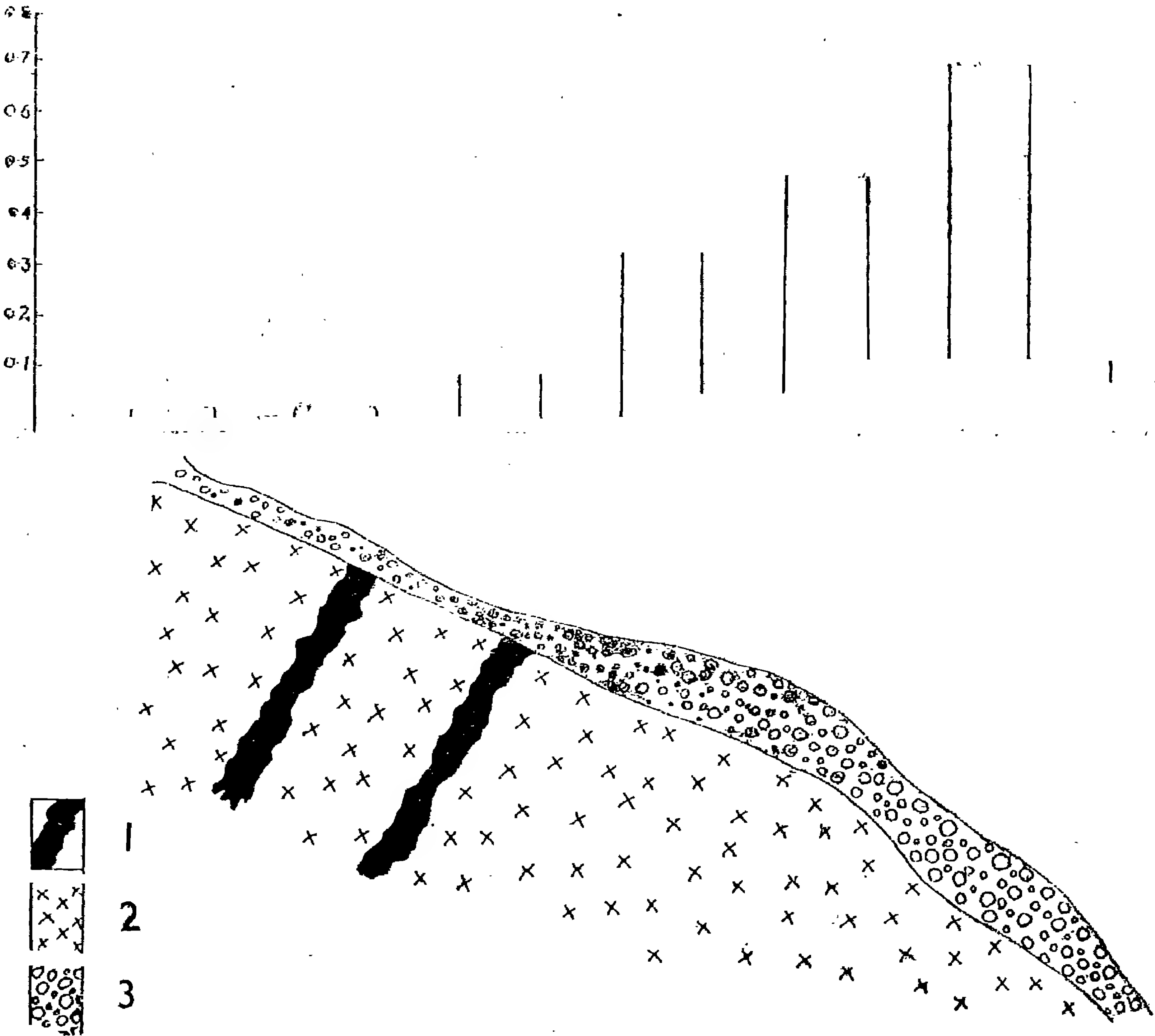
సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలు బహిర్గతమైనచోట్ల అవి ఆక్సీకరణంచెంది సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లము తయారవుతుంది. ఈ ఆమ్లము ఆతిథేయ శిలలపైనా, వాటిలోని కార్బొనేట్‌లపైనా పని చేసి ఉపరితలం మీద అనంతర కార్బొనేట్‌లను ఏర్పరుస్తుంది. ఇవి కాక ఉపరితలం మీద ఫ్లోరీన్, బోరాన్, ఖనిజాలు కూడా ఏర్పడతాయి.

అంతర్భాగపు నిక్షేపం మీద అంతర్ ఖనిజాలు పనిచేసి అందులోని కొన్ని మూలకాలను, వాటి లవణాలుగా మార్చి ద్రావణీయాలుగా ఉపరితల భాగానికి చేరుస్తాయని చెప్పుకొన్నాము. ఈ విధంగా ఏర్పడిన ఉపరితల పరివేషాలు ఎక్కువ భాగం శిలల నిర్మితీయ కారకాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. అంతర్

జలాలు పైకి రావడానికి అనువుగా ఉన్న వివరాలు. ఖండాలు మొదలైన వాటి గుండా ద్రావణీయ లవణాలతో కూడిన జలాలు పైకి వచ్చి ద్రావణీయ లవణాలను ఉపరితలం మీద విడుస్తాయి. ఈ లవణాలు అనంతర ప్రక్రియల వల్ల తిరిగి విసరణ చెంది అసలైన పరివేషాలుగా తీర్చిదిద్దబడతాయి.

ఆక్సీకరణ: ఆక్సీకరణ ప్రక్రియ ముఖ్యంగా సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలకు, తక్కువ సంయోజక లోహసంయోగ పదార్థాలకు వర్తిస్తుంది. ఆక్సీకరణ ప్రక్రియవల్ల మాగ్నటైట్ ఆక్సీకరణంచెంది మార్టైట్, హెమటైట్, గోథైట్‌లుగాను, సైడరైట్, హెమటైట్ ఐరన్‌హైడ్రాక్సైడ్‌లుగాను రోడొసైట్, రోడోక్రోసైట్ సిలోమలేను, పైరోలుసైట్, మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్‌లుగాను మారి భూరసాయనిక ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణకు ఎంతో సహాయకారులుగా ఉంటాయి. పైన ఉదాహరించిన ఆక్సైడ్‌లు, హైడ్రాక్సైడ్‌లు శిలలలోని ఐరన్ మాంగనీస్ ఖనిజాలనుంచి కూడా ఏర్పడగల అవకాశముంది. అందువల్ల ఇవి ఉపరితలంమీద ఉన్నప్పుడు వీటి జనన్థానము సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలా?లేదా శిలలా అనేవిషయం గుర్తించవలె. ఈ ఆక్సైడ్‌లు, హైడ్రాక్సైడ్‌లతో బాటు సల్ఫైడ్ నిక్షేపపు అవశేష ఖనిజాలేమైనా ఉన్నాయేమో పరిశీలించవలె. అదీకాకుండా సల్ఫైడ్ నిక్షేపపు హైపోజూర్నిక్ మూలకాలు (As, Ag, Sb, Bi, Ba, Co, Ni,) ఈ సంయోగ ద్రవ్యాలలో ఉన్నవేమో పరిశీలించవలె. ఈ రెండూ వీటితో కలిసిలేని పక్షాన లోహపు ఆక్సైడ్‌లు హైడ్రాక్సైడ్‌లను సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలకు సూచికలుగా తీసుకోరాదు. వీటిని శిలా శైథిల్యావశేషాలు గానే గుర్తించవలె.

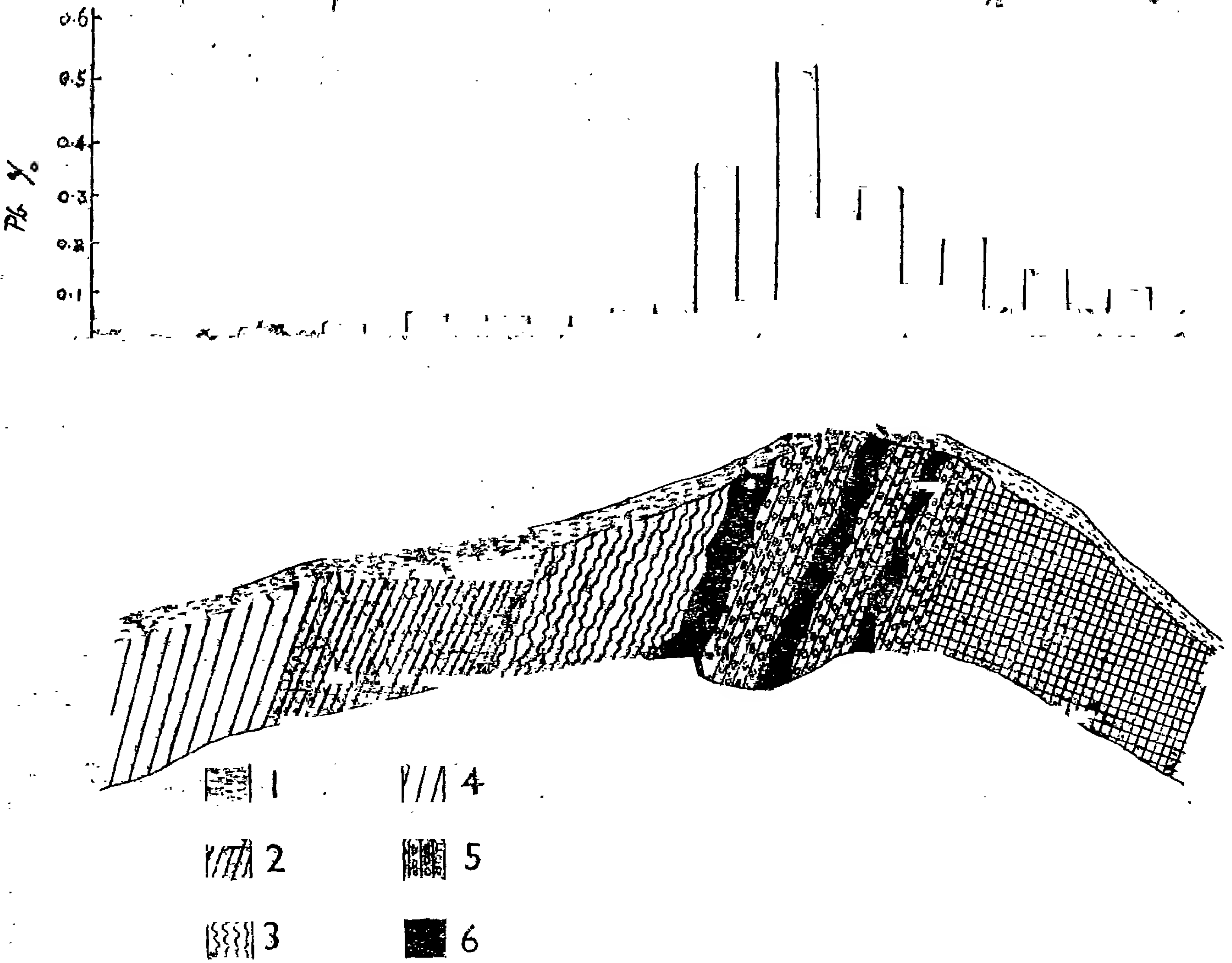
నిక్షేపాలలోని సల్ఫైడ్ సంఘటన ఆతిథేయ శిలలలోని ఖనిజసంఘటన ఆక్సీకరణ క్రియలో చాలాముఖ్యమైన పాత్రవహిస్తాయి. నిక్షేపాలలో పైరైట్ చాల్కోపైరైట్ ఆర్సెనోపైరైట్ మొదలైన సల్ఫైడ్‌లున్నట్లయితే ఆక్సీకరణవల్ల సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లము జనిస్తుంది. ఈ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లవ్రసారంవల్ల సల్ఫేట్‌లు, జేనిక్‌లవణాలు ఏర్పడతాయి. ఇవి ఏర్పడటం, జలవిశ్లేషణ (Hydrolysis) చెందడం వాతావరణ పరిస్థితులపైనా భూస్వరూప పరిస్థితులపైనా ఆధారపడి ఉంటాయి. జలవిశ్లేషణ ప్రక్రియ అన్ని అక్షాంశాలపైన ఒకేమాదిరిగా ఉండదు. అదేవిధంగా పర్వతప్రాంతాలలో ఒకమాదిరిగాను, మైదానాల మీద మరిఒక మాదిరిగాను. ఉంటుంది. ఆక్సీకరణచెందే పైరైట్, చాల్కోపైరైట్ మొదలైన ఖనిజాల పరిమాణము చాలా ముఖ్యమైన కారకము. ఆక్సీకరణంవల్ల నీటిలో



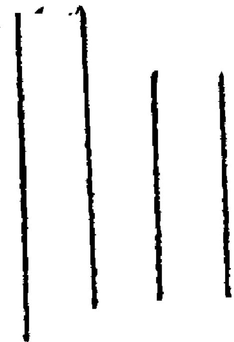
పటము-5

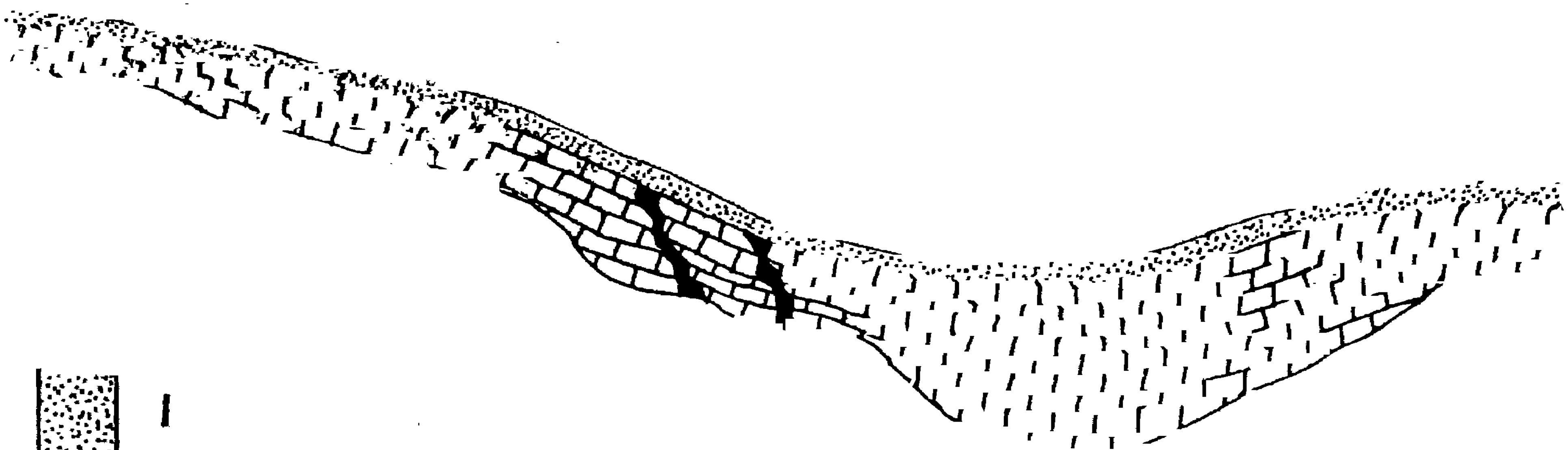
పర్వత వాగులదిగువ భాగాల్లో ఖనిజ కేంద్రీకరణ

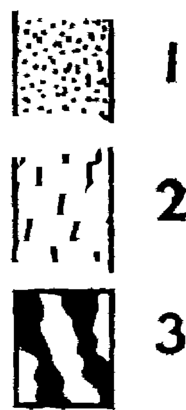
1. ఖనిజసిర 2. ఆతిధేయశిల 3. క్రమక్షయితలము



పటము–6
అవశిష్ట అధః క్షాళనములో సీసపు సంచితము
1. మృత్తికపొర 2. డోలమైట్ 3. టుఫ్‌లు 4. క్వార్ట్‌జైట్లు
క్వార్ట్‌జైట్ ఇసుకరాయి 6. లెడ్ ఖనిజ నిక్షేపసిరలు







పటము-7

పల్లాలలో ఆక్సీకరణము చెందిన సీసము సీసగంధకితముల కేంద్రీకరణ

1. మృత్తిక పొర 2. డోలమైట్ సున్నపు రాయి 3. లెడ్ ఖనిజపు సిరలు

సులభంగా కరిగే లవణాలేర్పడినట్లయితే జలపరివేషాలేర్పడతాయి. ఈజలపరివేషా లేర్పడటానికి తగినతేమ, ఎత్తుపల్లాలు హెచ్చుగా ఉన్న ఉపరితలము దోహదం చేస్తాయి. ఈ జలపరివేషాలు పర్వతపు పీఠాన్ని చేరుకొనే ఉపరితలం జలప్రవాహ రూపంలో ఉంటాయి. వర్షపాతం తక్కువగా ఉన్న బల్లపరుపు ప్రదేశాలలో లవణ ఘనీభ పరివేషాలేర్పడతాయి.

ఉపరితలపు స్థలాకృతి పరివేషాల విసరణ మీద ఎటువంటి ప్రభావాన్ని కలిగి ఉంటుందో చూపిన పటంద్వారా తెలుసుకోవచ్చు.

పురాతన యుగపుశైథిల్యక్రియా వాతావరణము ఈనాటివాతావరణానికి భిన్నమైనది. పురాతన శిథిల శిలలలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు ఆ శైథిల్య క్రియ జరిగిన నాడు వాతావరణము ఎటువంటిదో ముందుగానే తెలుసుకొని అప్పుడు నిక్షేపపు ఆక్సీకరణ మండలాన్ని పరిశోధించవలె.

విరంజిత మండలాలు (Bleached zones)

సల్ఫైడ్ ఖనిజాలు కలిసిఉన్న నిక్షేపాలలోని ఐరన్ హైడ్రాక్సైడ్ సల్ఫ్యూరిక్ ఆమ్లంతో విడుదల చేయబడినచోట్ల ఈ మండలాలు ఏర్పడతాయి. అన్ని రకాలయిన శిలలూ శిథిలమయి ఆతరవాత మాంట్ మొరిలొనైట్ (Mantmorillo nite) కయొలినైట్ (Kaolinite) ఏర్పడే సందర్భాలలో కూడా ఈ విరంజిత మండలాలు ఏర్పడతాయి ఇటువంటి మండలాలు ఏర్పడటానికి గలకారణమేమిటో భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ఫలితాలను వివరణ చేసుకొనేముందు తెలుసుకోవలె.

విసరణరీతి ధాతునిక్షేపాలున్న (disseminated ore) శిలలలో ఈవిరంజిత మండలాలు హెచ్చుగా ఏర్పడతాయి. ఆక్సీకరణంచెందుతున్న నిక్షేపానికి,విరంజిత మండలానికి ఉన్న సంబంధము అన్నిచోట్లా కనిపించదు. ఈవిరంజితమండలాలు సాధారణంగా నిక్షేపాలకు 500మీటర్లకన్న దూరంగా ఉండవు. విశాలంగాఉన్న విరంజిత మండలాలు విసరణరీతి సల్ఫైడ్ ఖనిజీకరణకు సంబంధించినవని గ్రహించవలె.

ఆక్సీకరణ మండలాలు : ఖనిజ సంఘటన : గోసాన్లు

ఆక్సీకరణచెందిన సల్ఫైడ్మండలాలలో లోహాలు కింది రూపాలలోఉంటాయి (1) అవశిష్ట సల్ఫైడ్లు(2) అద్రావణ బేసిక్ సల్ఫేట్లు, ఆర్సనేట్లు, వెనడేట్లు మోలిబ్డేట్లు, క్రోమేట్లు, ఫాస్ఫేట్లు, హైడ్రోసిలికేట్లు, (3) కార్బొనేట్లు,

బేసిక్ కార్బొనేట్‌లు, (Cu, Pb, zn,) (4) "క్లే" ఖనిజాలు - ముఖ్యంగా మాంట్ మొరిలొనైట్-వీటిలో కాపర్, జింక్, మొదలైన లోహాలు పీల్చబడి ఉంటాయి.-(5) సరళమైన క్లిష్టమైన (Simple and complex) ఆక్సైడ్‌లు (6) ఓపల్, ఛాల్సిడోనీ, క్వార్ట్జ్ (7) ఇతర ఖనిజాలు.

ఆక్సీకరణ మండలంలోని ఖనిజాలు స్థూలరేణు పరిమాణంలోను, సూక్ష్మరేణు పరిమాణంలో కూడా ఉంటాయి. కాబట్టి నమూనాలను స్థూల సూక్ష్మ రేణు పరిమాణాలతో తీసుకోవలె.

ఆక్సీకరణం చెందిన ఖనిజపదార్థాలు ముఖ్యనిక్షేపంనుంచి వేరుఅయి పర్వతపువాలుల మీద యాంత్రిక ఖనిజపరివేషాలు (Mechanical mineral halos) ఏర్పరుస్తాయి. సల్ఫైడ్ ఖనిజాలెక్కువ శాతంలోఉన్న నిక్షేపాలచుట్టూ "అమ్ల పరివేషాలు" ఏర్పడతాయి. వీటి సరిహద్దులను PH సూచిక సహాయంతో ఏర్పరచుకోవచ్చు. కార్బొనేట్‌లు లేని పక్షాన గోసాన్‌ల చుట్టూ కనుక్కోవడానికి సులభమైన సల్ఫేట్ పరివేషాలేర్పడతాయి. కార్బొనేట్ శిలలున్న చోట్ల సెరుస్సైట్ (serussite) స్మిత్‌సొనైట్ (Smithsonite) మేలకైట్ (Malachite) అజురైట్ (azurite) మొదలైన ఖనిజపరివేషాలేర్పడతాయి.

శిథిలపటలాలు, ఆక్సీకరణ మండలాల క్రమక్షయము

శిథిలమండలాలు, ఆక్సీకరణమండలాలు ఎన్నడూ మొత్తంగా భద్రమై ఉండవు. వాటి పైభాగాలు, మధ్యభాగాలు వేరుచేయబడతాయి. స్థిరమైన వీటి దిగువ భాగాలు శిథిలం చెందినచోటనే తాజాశిలలతోబాటు ఉంటాయి. శైథిల్య ప్రక్రియవల్ల తయారయిన ఖనిజాలు, ఉత్పాదితాలు శిథిలం గాని ప్రాథమిక ఖనిజావశిష్టాలు కొండవాలుల గుండా ఉపరితలజలాలద్వారా రవాణాచేయబడి నదీ ప్రవాహాలలో కలుస్తాయి. ఇవి నదీ ప్రవాహాలలో వేర్పాటు చేయబడి అనువైన స్థానాలలో కేంద్రీకరింప బడతాయి. తేలికగా ఉండే ఖనిజాలలో "క్లే" ఖనిజాలు చాలా స్థిరమై ఉండి చాలా హెచ్చుదూరం రవాణా చేయబడతాయి. కాల్షియమ్, మాంగనీస్, స్ట్రాంషియమ్ సల్ఫేట్‌లు, కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్‌లు హెచ్చుద్రావణీయత కారణంగా అస్థిరమైనవి. "క్లే" ఖనిజాలకు, జీవసంబంధ పదార్థాలకు అనుబంధంగా ఉన్నందువల్ల ఎక్కువ దూరం రవాణాచేయబడే కాపర్, జింక్, వెనేడియమ్. లెడ్, ఐరన్, మాంగనీస్, టైటానియమ్‌లనుకూడా

గుర్తుంచుకోవలె. కొలాయిడ్ విలంబనాలుగా రవాణా అయ్యే ఐరన్, అల్యూమినియమ్. మాంగనీస్, టైటానియమ్‌ల హైడ్రాక్సైడ్‌లుకూడా హెచ్చుదూరం రవాణాను తట్టుకోగలుగుతాయి.

కఠినత హెచ్చుగాఉన్న ఖనిజాలు యాంత్రికంగా ఎక్కువదూరం రవాణా అవుతాయి. యాంత్రిక స్థిరత్వాన్నిబట్టి ఖనిజాలు నాలుగువిధాలు: అతిస్థిరాలు (బ్రూకైట్, రూటైల్, టూర్మలీన్, కొరండమ్, గోల్డ్, ప్లాటినమ్, రత్నాలు), స్థిరాలు (ఇల్మనైట్, హెమటైట్, స్ఫీన్, మోనజైట్, కొలంబైట్, కాసిటరైట్); అల్పస్థిరాలు (గార్నెట్. ఉల్ఫ్రమైట్, షీలైట్, బెరైట్); అస్థిరాలు (చాల్కోపైరైట్, స్ఫేలరైట్, పైరైట్, సినబార్ ఇతర సల్ఫైడ్‌లు.

బాహ్యప్రదేశాలలో యాంత్రికరవాణా పవనాలద్వారా జరుగుతుంది. పదిపదే ఈవిధంగా జరిగిన తరువాత కొత్త స్థలంలో ఖనిజపరివేషాలేర్పడి శైథిల్యక్రియజరిగిన శిలలవద్దఉన్న ప్రదేశము ఖనిజసంపదలో హీనత చెందుతుంది. కొత్తప్రదేశం ధనీకృతమవుతుంది. ఈవిధంగా ప్రాథమిక పరివేషాలలో మార్పులు పవనాల సహాయంతో సంభవిస్తాయి.

ఏలూవియల్ విసరణ పరివేషాలు (Eluvial disseminated halos) నదీలోయలలోనికి బదిలీచేయబడినప్పుడు విసరణప్రవాహాలేర్పడతాయి. ఈవిధమైన పరివేషాలు ప్రాథమిక పరివేషాలకన్న ఎక్కువ స్థానాన్ని ఆక్రమించుకొని నిక్షేపాన్వేషణకు సహాయపడతాయి.

పర్వతవాలులలో ఖనిజనిరలుంటే వీటిలో లోహపు పరిమాణము ఎగువ వాలులోని పరివేషాలలో తక్కువగా ఉండి దిగువ వాలులోని పరివేషాలలో హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఖనిజనిరకు శిరోభాగంలోగాని, దానికి దగ్గరగా గాని లోహపు విలువ చాలా హెచ్చుగాఉండి వాలుదిగువ భాగానికి తగ్గుతూ వస్తుంది. వాలుగాఉన్న స్థలంలో పరివేషము అసౌష్ఠవంగా ఉంటుంది. లోయలలో పరివేషపు తీవ్రత హెచ్చుగాఉండి ఉపరితలంమీద దాని వైశాల్యము హెచ్చుగా ఉంటుంది. ఎత్తుప్రదేశాలలో ఆక్సీకరణ మండలాలుంటే యాంత్రిక పరివేషాలేర్పడటానికి సుకరంగా ఉంటుంది.

శిలలు శైథిల్యం చెందినచోట శైథిల్యావశిష్టాలలో లోహపుఖనిజాలు కలిసి ఉన్నప్పుడు సాధారణ విసరణ పరివేషము ఏర్పడుతుంది శైథిల్యం చెందిన ప్రదేశంనుండి శైథిల్య ఉత్పాదితాలు మరొకచోటికి బదిలీచేయబడినప్పుడు

మరొక విధమైన పరివేషమేర్పడుతుంది. బదిలీచేయబడిన ఉత్పాదితాలు అవి వేటి నుంచి విడుదల అయినాయో ఆ ప్రాథమిక నిక్షేపాలను స్పృశిస్తూ ఉండవచ్చును; లేదా మరొక నూతన శిలాపదార్థ స్పర్శలోనైనా ఉండవచ్చును. ఆక్సీకరణ నిరోధక ఖనిజాలు ప్లేసర్ నిక్షేపాలుగా ఏర్పడతాయని తెలుసుకొన్నాముగదా! సున్నితరేణుపరిమాణంలో ఉన్న ఆక్సీకరణ నిరోధక ఖనిజాలు, అద్రావణీయ ఉత్పాదితాలు, క్లే ఖనిజాలకు అనుబంధంగా ఉన్న ఉత్పాదితాలు బదిలీఅవుతాయి.

నదీ ముఖద్వారం నుంచి ఎగువకు భూరసాయనిక పరీక్ష సాగిస్తే ప్లేసర్ ఖనిజాల ఉత్పత్తి స్థానాన్ని గుర్తించవచ్చు. ద్రావణీయాలుగాను, కొలాయిడ్ వ్యవస్థలోను, క్లే ఖనిజాలతోను రవాణా అయిన లోహఖనిజమూలకాల ఉత్పత్తి స్థానాన్ని కూడా భూరసాయనికంగా వెదకవచ్చు. ఉత్పత్తిస్థానానికి దూరము ఎక్కువయ్యేకొద్దీ వాటి కేంద్రీకరణ సాంద్రత తగ్గుతుంది. అతి ధనీకృతమైన (Richest) విసరణ ప్రవాహాలు ఖనిజ నిక్షేపానికి చేరువగాఉండి, నిక్షేపానికి దూరం ఎక్కువయ్యేకొద్దీ ప్రవాహంలోని లోహపు పరిమాణం తగ్గుతుంది. కొంత దూరం పోయిన తరవాత ప్రవాహంలోని లోహపరిమాణము పృష్ఠభూమి పరిమాణంతో (Back ground Quantity) కలిసిపోతుంది. ఇటువంటి ప్రవాహాలలో యాంత్రిక పరివేషాలు, లవణపరివేషాలు రెండూ విసరణ చెందిఉంటాయి. యాంత్రికపరివేషాలకన్నా లవణపరివేషాలు ఎక్కువదూరం విసరణ చెందుతాయి. ఈ రెండు పరివేషాలు ఒకేచోటగాని, వేర్వేరుచోట్లగాని అంతం కావచ్చు. ఉపరితల జలప్రవాహాలలో పరివేషాలు ఏర్పరిచే ఖనిజ నిక్షేపాలు ఐరన్, మాంగనీస్, కాపర్, లెడ్, జింక్, గోల్డ్, సిల్వర్, నికెల్, క్రోమియమ్ మొదలైనవి. వీటి నుంచి యాంత్రిక పరివేషాలు, లవణపరివేషాలుకూడా ఏర్పడతాయి. మోనజైట్, ఇల్మనైట్, మాగ్నటైట్, కాసటరైట్, రత్నాలు, గార్నెట్ నిక్షేపాలనుంచి యాంత్రిక పరివేషాలు మాత్రమే ఏర్పడతాయి. జలప్రవాహాలలో లోహమూలకాలు ఖనిజాలు వేర్పాటు చెందుతాయి. లోహాల శోషణ సామర్థ్యములోని భేదాలవల్ల లోహమూలకాలు, ఖనిజాల తారతమ్యసాంద్రత, రేణుపరిమాణాలలోని భేదాలవల్ల ఖనిజాలు ప్రవాహాలలో వేర్పాటు చెందుతాయి. ఈ కారణాలవల్ల ప్రవాహాలలో లోహాల విస్తరణ చాలా క్రమరహితంగా ఉంటుంది.

నదీజల ప్రవాహాలలో భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణకోసం నమూనాలు తీసుకొనేటప్పుడు ఈ ప్రవాహాలలో కలిగే మార్పులను గుర్తుంచుకోవలె. కొండవాగులు, మంచునీటిప్రవాహాలు, నీటిబుగ్గలు-వీటినుంచి వచ్చేనీరు ముఖ్యప్రవాహాలను

ఎక్కడ కలుస్తుందో ఆచోట్లలోను, ముఖ్యప్రవాహాల వంపుల వద్దఉన్న భూతలనిక్షే పాలనుంచి నమూనాలను సేకరించవలె. లవణపరివేషాల ఉత్పత్తిస్థానం వెదకడానికి నీటి నమూనాలను కొండవాగుల నుంచి, పక్కలనుంచివచ్చే చిన్నచిన్న సెలయేరుల నుంచి, నీటిబుగ్గల ప్రవాహాల నుంచి సేకరించవలె. సర్వేక్షణ ఏ స్కేల్ మాన చిత్రలమీద జరుగుతుందో దానినిబట్టి నమూనాల మధ్యదూరం నిర్ణీతమవుతుంది. నమూనా ఏవిధంగా తీసుకోవలెనో ఈకింది పట్టీలో చూపడం జరిగింది.

మానచిత్రపుస్కేల్	నమూనాలస్థానాల మధ్య దూరం(మీటర్లు)	కిలోమీటర్‌కు నమూనాల సంఖ్య
1 : 200,000	800	1.25
1 : 100,000	400	2.5
1 : 50,000	200	5.0
1 : 25,000	100	10.00

జలప్రవాహాలలో నమూనాలు సేకరించేటప్పుడు ప్రవాహమార్గంలోనే కాకుండా ప్రవాహానికి అడ్డుగా కూడా నమూనాలు తీసుకోవలె. వెడల్పైన నదీ లోయలలో ఈ నమూనాల మధ్యదూరం 100మీటర్లకు నిర్ణయించుకొనవచ్చు. సన్నని ఇరుకైన లోయలలో ఈదూరం 20 మీటర్ల వరకు ఉంచవచ్చు.

ఎలూవియల్ పరివేషాలలో కొన్ని స్థానభ్రంశంచెందినవి. కొన్నిస్థాన భ్రంశంచెందనివి ఉంటాయి. స్థానభ్రంశంచెందనివి చాలాముఖ్యమైనవి. ఇటువంటి ఎలూవియల్ పరివేషాలు ఆధారశిలలచుట్టూగాని ఆధారశిలకు కప్పిఉన్న మృత్తికలో గాని ఏర్పాటుగా ఉన్నందువల్ల నిక్షేపాన్వేషణ చాలా సులభసాధ్యమవుతుంది. స్థానభ్రంశంచెందిన పరివేషాలను కృత్రిమ పరివేషాలుగా పరిగణించవచ్చు.

రసాయనిక పరివేషాలు:

పరివేషాలు యాంత్రికంగానేకాకుండా కొన్నిభౌతిక. రసాయనిక చర్యలవల్ల కూడా ఏర్పడతాయి. ప్రసరణలో ఉన్నద్రావణాలలోని లోహాలు 'క్లే' జాతిఖనిజాల వల్ల పీల్చుకొనబడి వాటి రేణువుపై భాగానికి అతుక్కొని ఉంటాయి. ఈలోహాలు ఆమ్లాలలోని హైడ్రోజన్‌తో ఉన్న వేరు అయాన్‌తో కలిసేవరకు అట్లాగే ఉంటాయి. లోహాలలోని కొంతభాగం ఖనిజ స్పటికనిర్మితిలో గుప్తంగా దాచబడి రసాయనిక స్థానభ్రంశానికి వీలుకాకుండా ఉంటుంది. క్షారపు PH విలువలవద్ద

మృత్తిక జలాలలోను, అంతర్భౌమ జలాలలోను కరిగిఉన్న లోహాలు ద్రావణాల నుంచి అవక్షేపాలుగా వేరు కావచ్చు. కాపర్ లెడ్. జింక్, మాంగనీస్, సిల్వర్ లోహాల సంయోగ పదార్థాలు (సల్ఫేట్, కార్బొనేట్, ఆర్సినేట్, వెనడేట్, ఫాస్ఫేట్, మోలిబ్డేట్,) అంతర్భౌమ జలాలలో ద్రావణాలుగాఉండి శిలా విదళాల నుంచి భూమి ఉపరితలానికి చేరి అక్కడ బాష్పీభవనం చెంది శిలలమీద రంగు రంగుల మచ్చలుగా ఏర్పడతాయి. వీటిని దృగ్గోచరమయ్యే పరివేషాలుగా మనము లెక్కలలోకి తీసుకోవచ్చు.

పరివేషాల ఉద్భవ రీతులు

పైనచెప్పిన విషయాల నన్నింటిని లెక్కలోనికి తీసుకొన్నట్లయితే కింద సూచించిన విసరణ పరివేషాలరీతులను గుర్తుంచు కోవచ్చు.

(I) ఏకకాలజన్య విసరణ పరివేషాలు (ఆతిథేయశిలలతో) (1) అవశిష్ట శైథిల్యపటలంతో కలిసిఉన్నది.

(i) సిలికేట్ శిలల విఘటన క్రియవల్ల ఏర్పడినవి. (విఘటన అవశిష్ట పరివేషాలు)

(ii) కార్బొనేట్ శిలల ప్రక్షాళన (leaching)వల్ల ఏర్పడినవి (ప్రక్షాళన అవశిష్ట పరివేషాలు)

(2) ఆక్సీకరణ మండలంలోని సల్ఫైడ్, కార్బొనేట్' సిలికేట్ ఆక్సైడ్ ఖనిజాల ఆక్సీకరణ, ఆర్ద్రీకరణాలవల్ల ఏర్పడిన అవశిష్టోత్పాదితాలతో కలిసిఉన్నవి (ఆక్సీకరణావశిష్ట పరివేషాలు)

(3) శైథిల్యపటలము,ఆక్సీకరణ మండలాలదై లూవియమ్‌లోని పరివేషాలు

పైవాటిలో మొదటివి, రెండవవి ప్రక్షాళన పరివేషాలు. మూడవది స్థాన భ్రంశంచెందిన పరివేషము.

(ii) ఉత్తరజన్య విసరణ పరివేషాలు (ఆతిథేయ శిలలకు చెందనివి) స్థానభ్రంశం చెందినవి.

(1) యాంత్రిక పరివేషాలు, విసరణప్రవాహాలు

(i) ఆక్సీకరణ, ఆర్ద్రీకరణ క్రియలతో కూడనివి

(ii) ఆక్సీకరణ ఆర్ద్రీకరణ క్రియలతో కూడినవి.

లోహ- జీవరసాయనిక పరివేషాలు (వృక్షాల ఖనిజీకరణా వశిష్టాలు) మృత్తిక పరివేషాలు

(3) లవణ శోషణపరివేషాలు (అంతర్భౌమ జలాలు భూమిఉపరితలానికి రావడం వల్లనూ, సన్ననిరేణువులు, ఒండ్రుమట్టిచేత శోషణం వల్లనూ, పదార్థాల మధ్యరసాయనిక క్రియలవల్లనూ ఏర్పడినవి

(4) మిశ్రమ పరివేషాలు (2,3ల కలయికగాని, 1,2ల కలయిక లేదా ఏకజన్య పరివేషమేదైనా ఉత్తరజాత పరివేషము 2తో గాని 3తో గాని కలయిక)

కింది పరివేషాలను ఉత్తరజాత పరివేషాలకింద చూపవచ్చు.

(5) జలోద్భవ పరివేషాలు

(i) ఖనిజీకరణ చెందిన శిలల అంతర్భౌమ, వివరజలాలలో

(ii) అభ్యాగత శిలలను కప్పిఉన్నట్టి, ఆనుకొని ఉన్నట్టి ప్రవాహజన్య పదార్థాలలోని అంతర్భౌమ జలాలలో

(iii) ఆర్టీజియన్ జలాలలో (in Artesion waters)

(iv) నిలవ ఉన్న కచ్ఛాజలాలలో

(v) నదీ ప్రవాహాలలో

(6) వాయుపరివేషాలు

(i) ఆక్సీకరణ క్రియాసందర్భంలో సల్ఫైడ్ ఖనిజాలకు,కార్బొనేట్ శిలలకు మధ్యసంభవించిన ప్రతిచర్యల కారణంగా ఏర్పడినవి.

(ii) నిలవఉన్న కచ్ఛాజలాలతో వాటిలోని క్షయకరణ క్రియామూలకంగా ఏర్పడినవి.

(iii) రేడియో ధార్మిక విఘటన మూలకంగా ఏర్పడినవి.

(iv) మెర్క్యురీ బాష్పీభవనం చెందినసందర్భంగా ఏర్పడినవి.

ఉపరితల అవక్షేపాలలోని వితరణపరివేషాల రూపాలు

ఉపరితలపు అవక్షేపాలలోని వితరణ పరివేషాల రూపాలు ఖనిజీకృత క్షేత్రాలతోగాని, లోహఖనిజీకృత పరివేషాలతోగాని అనురూపంగా ఉండవచ్చు.

వినరణపరివేషాలు అవశిష్టాలుగాను, ఏకజన్యాలుగాను ఉన్నట్లయితే స్థానభ్రంశం చెందిన పరివేషాల విషయంలోగాని, మిశ్రమపరివేషాల విషయంలోగాని ఇటువంటి అనురూపత ఉండదు. సమతలంగా ఉన్నచోట ఆధారశిలలలో ఖనిజనిక్షేపము విస్తరణ చెందిఉన్నప్పుడు ఆశిలలపై శైథిల్య క్రియవల్ల ఏర్పడిన అవశిష్టాలు స్థానభ్రంశం చెందనప్పుడూ ఉపరితలం మీదఉన్న ఏకకాలజన్య వినరణ పరివేషాలు భూమ్యాంతర్భాగంలోని ఖనిజీకరణ మండలాలకు ప్రతిబింబాలుగా చెప్పుకోవచ్చు. ఈ సందర్భాలలో లోహవిస్తరణ ఆధారశిలలలో కన్న వినరణ పరివేషాలలో ఎక్కువ క్రమమైనదిగా ఉంటుంది. ఉపరితల నిక్షేపంలో ఆక్సీకరణకు సులభసాధ్యం కాని ఖనిజాలు (కాసిటరైట్, ఉల్ఫ్రమైట్, గోల్డ్,) ఆక్సీకరణ క్రియోత్పాదితాలు, అద్రావణీయాలుగా ఉన్న ఖనిజాలు (గెలీనా) ఏదో ఒకకారణంవల్ల ప్రవాహవేగంలో రవాణాచేయబడకుండా ఉన్న సల్ఫైడ్‌లు ఉన్నప్పుడు ఈ క్రమ విస్తరణ మరెంత ప్రత్యేకంగా కనిపిస్తుంది.

ఖనిజనిక్షేపం సిరలరూపంలో ఉన్నట్లయితే చదునైన ఉపరితలంమీద ఏర్పడిన ఏకకాల జన్యపరివేషానికి తీర్చిదిద్దిన సరిహద్దులుంటాయి. వినరణచెందిన ఖనిజీకృత మండలంకూడ అటువంటి ఖనిజ నిక్షేపపు సిరలచుట్టూ ఉన్నట్లయితే పరివేషము విశాలంగా ఉండి కచ్చితమైన సరిహద్దులు లేకుండా ఉంటుంది.

వినరణ పరివేషాలు వివిధ సంఘటన గోసానలతోను ఆక్సీకరణ మండలాలతోను, విరంజితమైన మండలాలతోను అనుబంధించి ఉంటాయి. ఆక్సీకరణ మండలము శైథిల్యంచెంది పటలంలో ఏర్పడినట్లయితే ఉపరితలంమీద ఏర్పడిన వినరణపరివేషము ఆక్సీకరణమండలపు ఖనిజసంఘటనను సూచిస్తుంది కాని అంతర్భాగంలోని ఖనిజనిక్షేపపు సంఘటనను మాత్రంకాదు. లోహ,ఖనిజ వినరణ ఇటువంటి సందర్భాలలో ఎక్కువ దూరం విస్తరిస్తుంది.

స్థానభ్రంశంచెందిన పరివేషాలు నిక్షేపం నుంచి రవాణాఅయిన దూరాన్ని బట్టి ఉపరితలపు వాలునుబట్టి తదితర పరిస్థితులను బట్టి వివిధరూపాలను పొందుతాయి. అందువల్ల ఖనిజనిక్షేపాన్వేషణకు పూర్వము ఉపరితలపరివేషాలు ఏకకాలజన్యాలా లేదా ఉత్తరజన్యాలా, లేదా ఉత్తరజన్యాలయితే స్థానభ్రంశము ఎంత వరకు సంభవించిందీ తెలుసుకొని అసలైన ఖనిజనిక్షేపము ఏప్రాంతంలో ఉందో వివరణ చేసుకోవలె. ఈపైన చెప్పిన కారణాలవల్ల లోహవిహీన పరివేషాలుంటే అక్కడ నిక్షేపం లేదని, లోహయుత పరివేషాలున్నంత మాత్రాన

అంతర్భాగంలో నిక్షేపాలుంటాయని అపోహపడకూడదు. ఇతర కారణాంశాలను కూడా సావధానంగా పరిశీలించి ఒక నిర్ణయానికి రావలె.

విసరణ పరివేషాలు (Dispersion Halos) ఉపరితలం మీద ఏ విధంగా విసరణ చెందినప్పటికీ లోతున చాలా మార్పులు చెందవచ్చు. ఆక్సీకరణ మండలంలో శిలల సంఘటనలో మార్పులు, 'క్లే' మండలాల ఉనికి, కార్బొనేట్ శిలల ఉనికి ఈ పరివేషాలలోని మార్పులకు ముఖ్య కారణాలు.

పరివేషాన్ని సరిగా అర్థం చేసుకొని దాని ఉపయోగాన్ని సరిగా అంచనా వేయవలెనంటే ఆ పరివేషము ఏర్పడేటప్పుడు ప్రారంభ దశనుంచి అంతం వరకు సంభవించిన భౌతిక, రసాయనిక మార్పులను సరిగా అర్థం చేసుకోవలె. స్థాన భ్రంశం చెందిన పరివేషము నిక్షేపం ఉనికికి ఎంత హెచ్చు దూరంలో ఉంటే అది నిక్షేపపు రూపానికి అంత ఎక్కువ భిన్నంగా ఉంటుంది.

స్థాన భ్రంశం చెందని పరివేషాన్ని బట్టి అంతర్భాగంలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపపు ఉనికే కాకుండా, దాని పరిమాణాన్ని, ఖనిజీకృత విలువలను అంచనా వేయవచ్చు. పరివేషము స్థాన భ్రంశం చెందకపోతే అంతర్భాగంలో ఉన్న ఆధారశిలలలోని ఖనిజీకృత రాశికి అనుబంధంగా ఉంటుంది.

భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ

ఉపరితల ప్రావార శిలల (Surface mantle rock) లో నిక్షేపాన్వేషణ

ఆధారశిలలను కప్పిఉన్న శిలలలో నిక్షేపాన్వేషణ జరపడమే అసలైన భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ. ఈ విధమైన అన్వేషణ ఆధారశిలలపై ఉన్న మృత్తిక పొరలలో జరుపుతారు. ఈ మృత్తిక పొరలలో శిలాశైథిల్య అవశిష్టాలు స్థాన భ్రంశం చెందిన ఖనిజ పదార్థాలు, వృక్షావశిష్టాలు, తదితర జీవ రసాయనిక పదార్థాలు ఉంటాయి. ఈ పొరలలో పరివేషాలు ఏ విధంగా ఏర్పడతాయో ఇంతకుముందు చెప్పడం జరిగింది. ఈ మృత్తిక పొర సంఘటన ఒక్కొక్క చోట ఒక్కొక్క మాదిరిగా ఉంటుంది. వాతావరణ పరిస్థితులు, ఆధారశిలల సంఘటన, ప్రాంతీయ వృక్ష సంపద అంతర్భౌమ జలారోహణ ఈ పొరల సంఘటనను నిర్ణయిస్తాయి. భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో నమూనాలు తీసుకొనే విధానం చాలా ముఖ్యమైన పాత్ర వహిస్తుంది. ఈ నమూనాలను ఉపరితలం నుంచి ఎంత లోతు వరకు తీసుకోవలె, నమూనాలమధ్య దూరం ఎంత ఉండవలె. నమూనాలను ఎంత పరిమాణంలో తీసుకోవలె? అనేవి ముఖ్యమైన విష

యాలు. నమూనాలను తీసుకొనే లోతు మృత్తిక పొరలు ఏర్పడే ప్రక్రియలను బట్టి ఉంటుంది. ఒకే సర్వేక్షణలో తీసుకొనే నమూనాలన్నీ ఒకే మాదిరిగా తీసుకోవలె. ఎడారి ప్రాంతాలలో ఈ నమూనాలను 15-20 సెం. మీటర్ల లోతు నుంచి కాని, 20-40 సెం॥ మీటర్ల లోతు నుంచి గాని తీసుకోవలె. ఆర్ద్ర, ఉపఅయన రేఖా వాతావరణంలో (In Humid Sub-tropical Environment) ఆమ్లంతో కలిసిన మృత్తిక ఎక్కువగా ఏర్పడుతుంది. ఈ ప్రదేశాలలో నమూనాలను ఎక్కువ లోతునుంచి ఎంచుకోవాలి. వీటిని ఎంచుకొనే లోతు 60-120 సెం॥ మీటర్ల వరకు ఉండవలె. పోడ్‌జాల్ (Podzol) శైథిల్య వాతావరణంలో కూడా నమూనాలను ఎక్కువ లోతులనుంచి (30 నుంచి 50 సెం॥ మీ) సేకరించవలె. ఈ నమూనాలను తీసుకొనేటప్పుడు నిక్షేపాన్వేషకుడు వివిధ వాతావరణాలలోను మృత్తికలోని నానావిధ సంయోగ పదార్థాల ద్రావణీయతను గురించి క్షుణ్ణంగా తెలుసుకోవలె. కొన్ని సందర్భాలలో నమూనా ఏ కాలంలో తీసుకోవలెనో తెలుసుకోవలె. ఎటువంటి పరిస్థితులలోనూ నమూనాను ఉపరితలంమీద సేకరించ కూడదు. ఎందువల్లనంటే ఉపరితలం మీద వాయువాహకం ద్వారా తీసుకొని రాబడిన ఇసుక, వృక్ష పదార్థాలు కుళ్ళగా ఏర్పడిన "హ్యూమస్" ఉపరితలపు పొరల సంఘటనను మార్చివేస్తాయి. కొంతలోతున తీసుకొన్న నమూనా అంతర్భాగంలో ఉన్న శిలలను సరిగా పోలి ఉంటుంది. బహు లోహ నిక్షేపాల విషయంలో పీటి ఆక్సీకరణ పరివేషాల తీరును, రూపాన్ని మార్చివేస్తాయి.

లోహ విస్తరణ వివిధ పరిమాణాల రేణువులలోను భిన్నంగా ఉంటుంది. అన్ని పరిమాణాలలోను లోహపు విలువలు ఒకే పరిమితిలో ఉండవు. రేణువులు 0.05 mm నుంచి 0.1 mm పరిమాణంలో ఉన్నప్పుడు లోహాల విలువలు అధికంగా ఉంటాయి. లెడ్ విలువలు మాత్రం అన్ని పరిమాణపు రేణువులలోను ఒకే మాదిరిగా ఉంటాయి. నిక్షేపాన్వేషణ సాగించేముందు ప్రతి ప్రాంతంలోను కొన్ని నమూనాలను పరిశీలించి ఏ రేణు పరిమాణంలో ఏ లోహాలు కేంద్రీకరింపబడి ఉన్నాయో చూసుకొని ఫలితాలను వివరణ చేసేటప్పుడు ఏ లోహానికి ఏ రేణు పరిమాణం సరి అయినదో చూసుకొని ఆ విధంగా వివరణ చేసుకోవలె. ఒక ప్రదేశంలో ఒక లోహము ఒకే రేణు పరిమాణంలో కేంద్రీకరించబడిఉంటే మరొక ప్రదేశంలో అదే లోహము మరొక రేణు పరిమాణంలో కేంద్రీకరింపబడవచ్చు. ఈ విషయము చాలా ముఖ్యంగా గ్రహించవలెను.

నమూనాల పరిమాణము : సాధారణంగా ఉపరితలం నుంచిగాని లోతుల నుంచిగాని సేకరించిన నమూనాలు 10-20 గ్రాముల నుంచి 50 గ్రాముల వరకు ఉండవలె. విశ్లేషణ కోసం కావలసిన 0.5mm 1.0 mm అంశము 15-20 గ్రాములు ఉండేటట్లు నమూనాలను తీసుకోవలె. నమూనాలను జాగ్రత్తగా ఆరనిచ్చి, 1-0 5mm జల్లెడ ద్వారా పోనిచ్చి వచ్చిన దానిని 15-20 గ్రాములు వుండేటట్లు తగ్గించుకోవలె. ఈ విధంగా వచ్చిన నమూనాను యాంత్రికంగా పొడిచేసి 0.1 mm పరిమాణం కంటె తగ్గించవలె. స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణకు కావలసిన నమూనా కనీసం 6 గ్రాములయినా ఉండవలె. దీనిని చతుర్థాంశాలుగా తగ్గించుకొంటూ మనకు కావలసిన నమూనాను ఎంత తక్కువ పరిమాణంలోనైనా తీసుకోవచ్చు.

పై విధంగా సేకరించిన నమూనాలను కలరిమెట్రి పద్ధతి ప్రకారం గాని, స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ పద్ధతి ప్రకారం గాని, సోడియమ్, పొటాసియమ్ మొదలైన వాటిని విశ్లేషించదలచినప్పుడు ఫ్లేమ్ ఫోటో మెట్రిక్ పద్ధతి ప్రకారం గాని విశ్లేషణ చేయవలె.

ఉపరితలం నుంచి నమూనాలను సేకరించడం ఎక్కువగా లెడ్, జింక్, మోలిబ్డినమ్, టంగ్స్టన్, టిన్, గోల్డ్, వెదకవలసిన చోట్ల చేస్తారు. మాంగనీస్ కోసంకూడా ఈ విధమైన సేకరణ పని చేస్తుంది. వర్షపాతము ఒక మాదిరిగా ఉండి శైథిల్యావశిష్టాలు హెచ్చుగా నున్న ఛేదిత నైసర్గిక స్వరూపమున్న ప్రదేశాలలో ఈ రకమైన పద్ధతి మంచి ఫలితాల నిస్తుంది. వర్షపాతము ఎక్కువగా నున్న (400—600 mm) ప్రదేశాలలో ఈ పద్ధతి క్లిష్టతరమైనది. జింక్ కాపర్ సల్ఫేట్లు ద్రావణీయాలుగా మారి రవాణా అయ్యే అవకాశం హెచ్చుగా నున్నందు వల్ల ఈ క్లిష్ట పరిస్థితులు ఏర్పడతాయి. బాష్పీభవనము తక్కువగా ఉన్నందు వల్ల అంతర్భాగ జలాలు ఉపరితలం మీదికి రావడం తగ్గిపోతుంది. ఈ కారణంగా పరివేషాలు ఉపరితలం మీద కాక కొంచెం లోతులో ఏర్పడతాయి.

నిక్షేపాన్వేషణ - కొన్ని ఉదాహరణలు

లెడ్:- మృత్తికలోను. వదులైన శిలాపదార్థాలలోను జరిపే భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో లెడ్ చాలామంచి సూచిక. ఈలోహపు సల్ఫేట్ కార్బొనేట్ల ద్రావణీయత తక్కువ కావడంవల్ల ఇది సంభవిస్తుంది. బహులోహ నిక్షేపాలలోని ఇతరలోహాల సంయోగ ద్రవ్యాలు (Cu, Zn, Ag, లెడ్ సంయోగ పదార్థాల

కన్న హెచ్చు ద్రావణీయత కలిగి ఉంటాయి. కాబట్టి అవి కొద్దిదూరం రవాణా అయి నిక్షేపపు కేంద్రీకరణ స్థానంవద్ద లెడ్ కంటె తక్కువ పాళ్లలో ఉంటాయి. ఇవి జలపరివేషాలుగా కూడా ఏర్పడతాయి. ఉపరితలంమీద వీటిపరివేషాలు లెడ్ పరివేషాల నుంచి దూరంగా ఏర్పాటు చెంది వుంటాయి.

శుష్క ప్రదేశాలలో (Arid places) శైథిల్యానంతరం ఏర్పడిన లెడ్ సంయోగపదార్థాలు అసలు శిలలున్నచోట కేంద్రీకృతమవుతాయి. లేదా యాంత్రికంగా కొంతదూరం మాత్రమే రవాణా అవుతాయి. అందువల్ల ఈప్రదేశాలలో ఆరుబయలు భూభాగాలలో లెడ్ కోసం జరిపే భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ చాలా మంచి ఫలితాలనిస్తుంది. వైవిధంగా ఏర్పడిన పరివేషాలు చాలాచిన్నవిగా ఉండి ఉత్పత్తి స్థానానికి చాలా చేరువలో ఉంటాయి. లెడ్ ఖనిజ సిరలనుంచి ఏర్పడిన పరివేషాలు దీర్ఘాకారంగా ఉంటాయి. అస్పష్టమైన దీర్ఘాకారపు పరివేషాలు విసరణ చెందిన లెడ్ నిక్షేపాలనుంచి ఏర్పడతాయి. ఈ విసరణ ఏకజన్యమై చాలా విస్తీర్ణాన్ని ఆక్రమించినట్లయితే పరివేషము దీర్ఘాకారంగా ఉండక ఏకరీతిలో (Uni form) ఉంటుంది. ఛేదిత భూభాగాలలో లెడ్ ఆక్సైడ్‌లతో ఉన్న అదృఢ శిలాపదార్థాలు వాలుల కింది భాగానికి జారిన కారణంగా లెడ్ పరివేషాలలో వృద్ధి గాని క్షీణత గాని సంభవించవచ్చు. వాలుపీఠం వద్ద లెడ్ ఖనిజాలు ఎక్కువగా కేంద్రీకరింపబడటానికి అవకాశముంది. హెచ్చుభాగం యాంత్రికపరివేషాలుగా ఏర్పడతాయి ఒక్కొక్కప్పుడు ఒండలి పీవన పరివేషాలు కూడా ఏర్పడతాయి. చిన్న చిన్న లోయలలోని ఒండ్రుమట్టిలోని లోహపు శాతాల ఆనవాళ్లను గుర్తించేటప్పుడు, ఈలోహాల ఉత్పత్తిస్థానాలను కనుక్కోవడం, ఇందు మూలంగా దీనితరవాత జరిపించే భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ సులభమవుతాయి. అయినా ఈ సందర్భాలలో లోయ ఆకారము ఒండ్రుమట్టిలోని రేణుపరిమాణంలో మార్పులు, భాగాలలోని ఖనిజ సంఘటనలను దృష్టిలో ఉంచుకొని అన్వేషణ సాగించవలె.

ఉపరితల ప్రావారం (Surface mantle) 2 లేదా 3 మీటర్‌ల మందం కన్న తక్కువగా ఉన్నచోట్ల లెడ్ పరివేషాలు యాంత్రిక పరివేషాలుగా ఉంటాయి, కొన్ని చాలా అరుదైన సందర్భాలలో చాలా అరుదైన సందర్భాలలో చాలా బలహీనమైన రసాయనిక పరివేషాలు మాత్రమే ఉండవచ్చు ప్రావారపు మందం హెచ్చుగానున్న చోట్ల లెడ్ పరివేషాలు ఉపరితలం మీద ఉండక చాలా లోతులో

పెంచే బోర్‌హోల్‌ల సహాయంతో మాత్రమే గుర్తించడానికి వీలయినవిగా ఉంటాయి.

లెడ్ పరివేషాలున్న చోట్ల జింక్, బేరియమ్ స్ట్రాంషియమ్ పరివేషాలు కూడా ఉంటాయి. సిల్వర్ బిస్మత్ పరివేషాలు అరుదుగాను ఆంటిమొనీ, మోలిబ్డినమ్ వెనేడియమ్ పరివేషాలు చాలా అరుదుగాను కనిపిస్తాయి.

జింక్ :- ఉపరితల పరిసరాలలో జింక్ ప్రవర్తనలో చాలా మార్పులు ఉంటాయి. జింక్ నిక్షేపంలోని ఖనిజమైన స్ఫేలరైట్ సులభంగా ఆక్సీకరణ చెందే కారణంగా జింక్ ఈ విధంగా ప్రవర్తిస్తుంది. స్ఫేలరైట్ ఆక్సీకరణం చెందగా ఏర్పడిన జింక్, సల్ఫేట్ చాలా సులభంగా కరిగిపోతుంది. మరొక వైపు జింక్, కార్బొనేట్ శిలలకు "క్లే" ఖనిజాలకు అతుక్కొని పోతుంది. జింక్ సంయోగ పదార్థాలు ఆమ్లద్రావణాలలో చాలా సులభంగా కరుగుతాయి. కాని తటస్థ క్షార ద్రావణాలలో ఇవిఅవక్షేపాలుగా నిలిచిపోతాయి,

వృక్షాల వృద్ధిలో జింక్, చాలాప్రముఖమైన పాత్రవహిస్తుంది. ఇందువల్ల చాలా ప్రదేశాల మృత్తికలో జింక్, శాతం ఎక్కువగా ఉంటుంది. రష్యన్ భూరసాయనిక శాస్త్రజ్ఞుడైన వినగ్రాదవ్ అంచనా ప్రకారం మృత్తికలోని జింక్, సరాసరి శాతం 0.005 ఆమ్లద్రావణాలు మూలంగాను. కొంతవరకు క్షారద్రావణాల మూలంగాను, మృత్తికపొరలలోని జింక్ నిష్కర్షింపబడుతుంది. సంఘటనను బట్టి జీవరసాయనిక సంయోగపదార్థాలు జింక్ చలనాన్ని తగ్గించడంగాని, ఎక్కువచేయడంగాని చేస్తాయి. ఈ పైన చెప్పబడిన కారకాలన్నీ జింక్ పరివేషాలేర్పడటంలో వాటి తీరుతెన్నులలోను ప్రతిబింబిస్తాయి.

జింక్ సంయోగపదార్థాలు శుష్కప్రదేశాలలోను క్షారయానకాలలోను, కార్బొనేట్ శిలలలోను ఎక్కువదూరం రవాణా అవుతాయి. ఈ వాతావరణాలలో అవి స్మిత్‌సోనైట్ గాను, కేలమిన్‌గాను అవక్షేపణచెందుతాయి, ఇవికాక "క్లే" ఖనిజాలు జింక్‌ను గ్రహిస్తాయి. జింక్‌ను గ్రహించే "క్లే" ఖనిజాలలో మాంట్ మొరిలొనైట్ ముఖ్యమైనది. ఈకారణంగా "క్లే" ఖనిజాలలో జింక్ పరిమాణము చాలా హెచ్చుతగ్గులుగా ఉంటుంది. ఆర్ద్రశీతోష్ణస్థితి గల ప్రదేశాలలో ఉపరితలపు పొరలనుంచి జింక్‌తొలగింప బడటానికి వాతావరణము అనుకూలమైనప్పటికీ శైథిల్యావశిష్ట పదార్థాలలో జింక్‌పరిమాణము ఎక్కువగా వుంటుంది జీవరసాయనిక

పదార్థాలలో జింక్ కేంద్రీకృతమవుతుంది. ఖనిజాల స్ఫటిక నిర్మితిలోని జింక్ పునఃస్థాపన చెందనిది. ఇదీ కాకుండా అనంతర ఖనిజాలలో కేంద్రీకృతమై ఉన్న జింక్ వల్ల కూడా ఈ జింక్ హెచ్చుపరిమాణంలో ఉంటుంది.

జింక్ కేంద్రీకరణ జరగడంలో ఊర్ధ్వ మండలీకరణను కూడా మనము దృష్టిలో ఉంచుకోవలె. మృత్తిక పొరలలోని పై భాగంలో ఆమ్ల పదార్థాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. వీటి కింది పొరలలో ఆమ్లత తక్కువగా ఉండి దిగువకు పోను పోను బలహీనమైన క్షార మండలాలు ఉంటాయి. ఈ దిగువ పొరలలో చాలా సందర్భాలలో జింక్ మళ్ళీ అవక్షేపణ చెందడానికి అవకాశముంది. ఈ విధంగా మృత్తిక దిగువ పొరలలో జింక్ కేంద్రీకృత మవుతుంది. ఆధారశిలలలో జింక్‌ను సేకరించుకొన్న అంతర్భూమ జలాలు ఉపరితలానికి వచ్చేటప్పుడు మృత్తిక దిగువ పొరలలో కొంత జింక్‌ను విడిచిపెడతాయి.

జింక్ విక్షేపణ పరివేషాలు లెడ్ పరివేషాలకంటె చిన్నవిగా ఉండి చిన్న చిన్న కేంద్రాలుగా ఏర్పడతాయి. అన్ని రకాలైన ఆధారశిలలలోను జింక్ ఖనిజీకరణ విస్తరణ చెందిన కారణం వల్ల జింక్ పరవేషాలను శోధించేటప్పుడు అన్వేషకుడు తగిన జాగ్రత్త వహించవలె. జింక్ పరివేషాల విషయంలో మిగిలిన విలక్షణ మూలకాలను (Typical elements) కూడా పరిశోధించవలె. ఉపరితలపు మృత్తిక పొరల నుండి కింది భాగానికి జింక్ రవాణా అవుతుంది. కాబట్టి అన్వేషణ జరిపే సమయంలో జింక్ కేంద్రీకరణ యొక్క ఉపరితల భాగాన్నే కాకుండా కొద్దిలోతు వరకు తీసిన బోర్‌హోల్‌లలోని నమూనాలలో కూడా శోధించవలె. ఈ విధంగా చేయకపోతే ఉపరితలంలో జింక్ లేకపోవడంతో ఆ ప్రదేశంలో జింక్ ఖనిజీకరణ లేదనే అపోహ కలుగుతుంది. బోర్ హోల్‌ల నుంచి నమూనాలను వివిధ లోతుల నుంచి సేకరించవలె.

కాపర్ :- కాపర్ అన్వేషణ చాలా క్లిష్టమైనది. కాపర్ ఖనిజాలు చాలా రకాలున్నాయి. దీని భూరసాయనిక ప్రవర్తన చాలా క్లిష్టమయినది. అన్వేషణ జరిపే ముందు ఆ ప్రదేశంలోని ఆధారశిలలనుబట్టి, కాపర్ ఏ రకమైన ఖనిజంగా లభ్యమవుతుందో విశదంగా తెలుసుకోవలె. తరువాత, భూరసాయనిక సూచికలను ఎంచుకోవలె.

కాపర్ భూరసాయనిక ధర్మాలు జింక్ ధర్మాలను పోలి ఉంటాయి. కాపర్ సల్ఫేట్ చాలా సులభంగా ద్రావణీయమయ్యే సంయోగ పదార్థము. కాపర్

కార్బొనేట్‌లయిన మాలకైట్, అజురైట్, కాపర్ సిలికేట్‌లు తటస్థ ద్రావణాలలోను, క్షార ద్రావణాలలోను చాలా తక్కువగా ద్రావణీయం అవుతాయి. ఆమ్ల ద్రావణాలలో వీటి ద్రావణీయత కొంచెం హెచ్చుగా ఉంటుంది. "క్లే" ఖనిజాలకు కాపర్ ధాతువు చాలా సులభంగా అతుక్కొని ఉంటుంది. అంతే సులభంగా ఈ ధాతువు "క్లే" ఖనిజాలనుంచి ఆమ్లద్రావణాల సహాయంతో విసరణ చెందుతుంది. మౌలిక అధారశిలలలోని కాపర్ శాతము ఆమ్ల ఆధారశిలలలో కన్న కొంచెం హెచ్చుగా ఉంటుంది. అతి ఆమ్ల మృత్తికలలోని కాపర్ శాతం హీన ఆమ్లపు క్షార మృత్తికలలోని కాపర్ శాతంకన్న తక్కువగా ఉంటుంది. పీట్ (Peat) మృత్తికలోని కొన్ని జీవ సంబంధ పదార్థాలు కాపర్‌ను నిలవ చేస్తాయి; మరికొన్ని ఈ ధాతువును సులభ ద్రావణీయ పదార్థంగా మార్చివేస్తాయి.

వాతావరణము ఎటువంటిదయినప్పటికీ, మృత్తిక ఏర్పడే ప్రక్రియలలో ఎంత విభేదమున్నప్పటికీ కాపర్ శాతం హెచ్చుగానున్న ఆధారశిలల మీద, ఏర్పడిన మృత్తిక పొరలలో ఈ లోహపు శాతం హెచ్చుగా ఉంటుంది. హ్యూమస్ (Humus) శాతం ఎక్కువగానున్న క్షార మృత్తిక పొరలలో కూడా కాపర్ శాతం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఎందువల్లనంటే ఈ మృత్తిక పొరలలోని కాపర్ జీవసంబంధ కాంప్లెక్స్‌లతో ముడిపడి ఉండి ఎటువంటి ద్రావణం సహాయంతోనూ వేరు కాబడే అవకాశం కలిగి ఉండదు. క్షారమృత్తికలలో పై పొరలోను, ఆమ్ల మృత్తికలలో దిగువ పొరలోను కాపర్ శాతం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ కారణాల మూలంగా కాపర్ కోసం జరిపే ఉపరితల సర్వేక్షణ వాతావరణ పరిస్థితులు, ఖనిజ సంయోగము, అశ్మవిజ్ఞానము, మృత్తిక పరిసరాలనుబట్టి, వివిధ ఫలితాలనిస్తుంది. అందువల్ల సర్వేక్షణ ఫలితాలను అర్థం చేసుకొనేముందు ఆ ప్రదేశంలో పైన చెప్పిన కారణాలను, కాపర్ పరిమాణం మీద వాటి ప్రభావాన్ని సరిగా అర్థం చేసుకోవలె.

సంవత్సర వర్షపాతము 200-250 మి. మీ. వరకు పరిమితమై ఉన్న ఎడారి పరిసరాలలో ఊర్ధ్వ శిల్యక్రియ హెచ్చుగా శక్తిమంతమై ఉంటుంది. ఇటువంటి పరిస్థితులలో కాపర్ చాలా తక్కువ దూరం రవాణా అయి యెక్కువ శాతం బేసిక్ కార్బొనేట్‌గాను, హైడ్రోసిలికేట్‌గాను ఛాల్కొసైట్‌గాను కేంద్రీకృతమవుతుంది. ఈ విధమైన కేంద్రీకరణ ఉపరితల పరిసరాలలో కాపర్ పరివేషాలేర్పడటానికి చాలా వీలుగా ఉంటుంది. "క్లే" ఖనిజాలు కాపర్‌ను పీల్చగల

శక్తి కూడా ఈ పరివేషాలు ఏర్పడటానికి దోహదం చేస్తుంది. ఇటువంటి పరిస్థితులలో ఏర్పడిన విక్షేపణ పరివేషాలు ఆర్థికంగా ఫలవంతమైన నిక్షేపాల చేరువలోనే కాకుండా, ఫలహీనమైన వినరణ నిక్షేపాల చేరువలో కూడా ఏర్పడతాయి. ఈ విధంగా ఏర్పడిన కృత్రిమ పరివేషాలను అందులోని కాపర్ సంయోగ పదార్థాల కాంతిమంతమైన రంగుల వల్లనూ, పరిసరాలకన్న పరివేషాలలో ఉన్న అధిక కాపర్ పరిమాణం వల్లనూ గుర్తించవచ్చు. కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణలో ఈ కృత్రిమ పరివేషాలను సరిగా గుర్తించి సర్వేక్షణ చేయడం ఎంతైనా అవసరము.

సందేహాస్పదమైన సందర్భాలలో సర్వేక్షణ కాలంలో కాపర్ అసలైన ఉనికిని, మృత్తికలోని కాపర్ పరిమాణం సహాయంతోనే కాకుండా, అసార్ ఖనిజాలతోను, కొన్ని ముఖ్య మూలపదార్థాలతోను (Pb, Ag, Co, Mo, As, Sb.) కాపర్‌కున్న అనుబంధం సహాయంతో కూడా సరిగా గుర్తించవలె. సర్వేక్షణా స్థానం గురించి అశ్మవిజ్ఞానము ప్రాథమిక ఖనిజీకరణ ఎక్కడ ఉందో కనుక్కోవడానికి సహాయకారిగా ఉంటుంది.

కాపర్ నిక్షేపాలున్నచోట్ల ఏర్పడిన ఐరన్ గోసాన్‌లు, బాహ్య రూపంలో అవక్షేప శిలలలో ఏర్పడిన ఐరన్ గోసాన్‌ల మాదిరిగా ఉన్నప్పటికీ వాటిని కాపర్ లోహంతో అనుబంధించి ఉండే మూలకాలు అయిన (Co, Ni, As, Pb, Zn, Se, Te ల కోసం విశ్లేషణచేసి గుర్తించవచ్చు. ఇవి కాకుండా కాపర్ నిక్షేపాల వద్ద ఏర్పడిన గోసాన్‌ల నుంచి తీసిన ఐరన్ హైడ్రాక్సైడ్‌ల నుంచి నీటి సారము (extract) స్వల్పంగా ఆమ్లయుతమై ఉంటుంది. అవక్షేప శిలల మీద ఏర్పడిన గోసాన్‌ల నుంచి ఇదే మాదిరిగా తీసిన సారము స్వల్పంగా క్షారయుతమై ఉంటుంది. అదీగాక ఈ రెండవ సారము Mn, Sr, Ni, Zn మూలకాలతో అనుబంధించి ఉంటుంది. ఈ విధంగా ఆమ్లయుత సారము కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణకు-ముఖ్యంగా ఛాల్కోపైరైట్ నిక్షేపాలకు-ఒక సహాయకారిగా పనిచేస్తుంది. మోలిబ్డినమ్ విలువలు కాపర్-పోర్ఫిరీ (Copper Porphyry) నిక్షేపాన్వేషణలో సూచికలుగా సహాయపడతాయి. స్కార్న్ (Skarn) నిక్షేపాన్వేషణలో బోరాన్ వినరణను వివరంగా తెలుసుకొంటే నిక్షేపం ఉనికిని సులభంగా కనుక్కోవచ్చు.

శిలల నుంచి ప్రత్యక్షంగా మృత్తిక ఏర్పడినప్పుడు ఆ మృత్తికలోని కాపర్ పరిమాణము శిలలలోని కాపర్ పరిమాణంతో సమానంగా ఉంటుంది.

పర్వత వాలుల మీద ఏర్పడిన మృత్తికపొర మందం హెచ్చుగా ఉండి నిక్షేపం విసరణచెంది ఉన్నట్లయితే ఆ మృత్తికలోని కాపర్ ఖనిజాల పరిమాణం తగ్గుతుంది. నిక్షేపము స్థూలమై ఉండి మృత్తిక పొర పలుచగా ఉన్నట్లయితే ఆ మృత్తిక పొరలోని కాపర్ ఖనిజాలు ఘనవంత మవుతాయి. పర్వతపు వాలు పీఠంవద్ద కాపర్ యొక్క యాంత్రిక పరివేషాలేర్పడవచ్చు.

కాపర్ నిక్షేపపు శిలల మీద ఏర్పడిన మృత్తిక పవనాల వల్ల రవాణా పొందిన మృత్తికతో కలయిక చెందినందు వల్లగాని, యాంత్రికరవాణా చెందిన పదార్థాల సమ్మేళనం వల్లగాని కాపర్ విలువలు దిగువనున్న శిలలలో కన్న మృత్తికలో తక్కువగా ఉంటాయి. సున్నపు రాతిలోగాని, డోలమైట్‌లోగాని, కాపర్ ఖనిజీకరణ జరిగినప్పుడు శైథిల్యక్రియ తరవాత పైన ఏర్పడిన మృత్తికలోని తామ్రపు విలువలు దిగువ శిలలలో కంటె హెచ్చుగా ఉంటాయి. క్వార్ట్‌జైట్, షేల్ మొదలైన శిలలలో శైథిల్యక్రియ తరవాత కాపర్ విలువలలో ఎక్కువ మార్పులు లేకపోవచ్చు. బ్రెక్షియా, కంగ్లోమరేట్‌లలోని కాపర్ ఖనిజీకరణలో శైథిల్యక్రియ తరవాత కాపర్ విలువలు తగ్గవచ్చు.

ఆర్థికపరమైన ఖనిజీకరణ మండలం చుట్టూ విసరణ ఖనిజీకరణ మండలము ఉంటుంది. ఈ విసరణ మండలం నుంచి ఏర్పడిన మృత్తికలోని కాపర్ విలువలకు, ఆర్థికపరమైన కాపర్ నిక్షేపాలకు ప్రత్యక్ష సంబంధము ఉంటుంది. విసరణ ఖనిజీకరణ మాత్రమే ఉన్న ప్రదేశాలలో ఏర్పడిన మృత్తికలో కృత్రిమ పరివేషాలు మాత్రం ఏర్పడతాయి ఖనిజ నిక్షేపం ఉపరితలానికి సమీపంగా ఉన్నప్పుడు దీని ఫలితంగా ఏర్పడిన పరివేషము నిక్షేపం వాలుకు దిగువభాగంలో కొద్దిదూరంలో ఉంటుంది. అయినప్పటికీ నిక్షేప స్వరూపానికి అనుగుణంగా ఉంటుంది. ఆర్థిక ప్రాముఖ్యం ఉన్న నిక్షేపాన్ని మందమైన అపక్షేపశిలలు కప్పి వేసినప్పుడు ఏర్పడిన పరివేషాలు నిక్షేపపుటంచుల కనుగుణంగా ఉంటాయి. ఈ పరిస్థితిలో పరివేషంలోని కాపర్ విలువలు హెచ్చుగా ఉండవు. ఒండ్రుమట్టిలో ఏర్పడిన పరివేషాలు ఖనిజ నిక్షేపానికి కొన్ని కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉండవచ్చు. అదేచోట అంతర్భౌమ, ఉపరితల జలాలలో కాపర్ ధాతువు లేకపోవచ్చు. దీనికి గల కారణము ఒండ్రుమట్టిలో కాపర్ ఖనిజాలు యాంత్రికంగా నిక్షేపితం కావడమే. నీటిలో కొద్దిపాటిగా ద్రావణీయస్థితిలో ఉన్న కాపర్ ఎక్కువగా రవాణా కావడానికి అవకాశము ఉండటం దీనికి రెండవ కారణము హిమానీనదీ పదార్థా

లున్న చోట కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణకు భూరసాయనిక పద్ధతి ఉపయోగము తక్కువ.

మోలిబ్డినమ్ :- మోలిబ్డినమ్ ధాతువుయొక్క ముఖ్య ఖనిజము మోలిబ్డినైట్. ఉపరితలపు పరిసరాలలో ఈ ఖనిజము ఆక్సీకరణం చెంది ద్రావణ రూపంలో రవాణా అవుతుంది. పరిసరాలనుబట్టి ఉపరితలంలో 10 నుంచి 15 మీటర్ల లోతువరకు గాని, 50 నుంచి 60 మీటర్ల లోతువరకుగాని మోలిబ్డినమ్ ద్రావణరూపంలో రవాణా అవుతుంది. ఈ కారణాలవల్ల నిక్షేపాలున్నచోట్ల ఉపరితలభాగంలో ఋణాత్మక అసంగతాలు (Negative anomalies) ఏర్పడతాయి.

రవాణాకు అవకాశంలేని ప్రదేశాలలో మోలిబ్డినపు పరివేషాలు నిక్షేపం సిరలలోని లోహపు విలువనుబట్టి ఉంటాయి. శుష్కవాతావరణ ప్రాంతాలలో అంతర్భూమజలం ఉపరితలానికి రావడంవల్లనూ, ద్రావణాలను మొక్కలవేళ్ళు పీల్చడం వల్లనూ పరివేషాలలో మోలిబ్డినమ్ కేంద్రీకృతమవుతుంది. ఉపరితల జలాలలో మోలిబ్డినమ్ ప్రాథమిక ఖనిజాలుగాను, అనంతర ఖనిజాలుగాను ఎక్కువగా రవాణా అవుతుంది. రసాయనిక సంయోగపదార్థాలుగాను మరియు ఇతర ఖనిజాలకు హత్తుకొనికూడా మోలిబ్డినమ్ రవాణా చెందుతుంది. మృత్తిక ఏర్పడే తీరుకు మోలిబ్డినపు పరివేషాలు ఏర్పడటం మీద హెచ్చు ప్రభావం ఉంటుంది.

టంగ్‌స్టన్ :— శిలా పదార్థాలలో టంగ్‌స్టన్ విలువను నిర్ధారణ చేయడానికి స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ పద్ధతికంటె కలరిమెట్రిక్ పద్ధతే సులభమైనది. మొదటి పద్ధతిలో టంగ్‌స్టన్ విలువ 0.01 % వరకు నిర్ధారణ చేయవచ్చు. అంతకు తక్కువ విలువలను ఈ పద్ధతితో కనుక్కోలేము. కలరిమెట్రిక్ పద్ధతితో 0.001% వరకు ఉన్న టంగ్‌స్టన్‌ను కనుక్కోవచ్చు.

టంగ్‌స్టన్ ముఖ్య ఖనిజాలైన ఉల్ఫ్రమైట్, షీలైట్ శైథిల్యక్రియను బాగా నిరోధిస్తాయి. అందువల్ల శైథిల్యమండలంలో టంగ్‌స్టన్ విలువలు హెచ్చవుతాయి కాని తగ్గవు. సున్నిత రేణుపదార్థాలుగా ఉన్నప్పుడు మాత్రం ఈ ఖనిజాలు శిథిలం చెందడానికి అవకాశముంది.

ఉల్ఫ్రమైట్, ఐరన్‌సల్ఫైడ్‌లు శిథిలం చెందేటప్పుడు ఐరన్ హైడ్రాక్సైడ్, టంగ్‌స్టన్ ట్రైఆక్సైడ్ల మిశ్రమ మేర్పడుతుంది. ప్రాథమిక ఖనిజాలతో కలిసి ఉన్న మాంగనీస్ ఆక్సీకరణంచెంది ఆమ్లయుత పరిసరాలలో రవాణా అవుతుంది.

శైథిల్యక్రియ హెచ్చవుతున్నకొద్దీ ఉల్ఫ్రమైట్ మరింత ఎక్కువగా విచ్ఛిన్నంచెంది ఫెర్రిటంగ్‌స్టైట్‌తోగాని (Ferri-Tungstite), ఐరన్‌హైడ్రాక్సైడ్‌తోగాని ప్రతిష్ఠాపన చెందటం జరుగుతుంది. పరిసరాలలో ఆమ్లత్వము తగ్గి తటస్థత్వంకాని, క్షారత్వంకాని ఏర్పడినప్పుడు, ఐరన్ హైడ్రాక్సైడ్ అవక్షేపమేర్పడుతుండగా మాంగనీస్‌డై ఆక్సైడ్ అవక్షేపణ ప్రారంభమవుతుంది. ఈ కొత్త వాతావరణంలో టంగ్‌స్టన్ ట్రై ఆక్సైడ్ కొంతవరకు రవాణాకావడానికి అవకాశముంది.

ఉపరితల అంతర్భౌమ జలాల శుష్క అవశిష్టాంతో అత్యల్పమొత్తాల్లో టంగ్‌స్టన్ కనిపించవచ్చు. కొన్ని మొక్కలను కాల్చగా మిగిలిన బూడిదలో కొంతవరకు టంగ్‌స్టన్ ఉంటుంది. మృత్తిక పొరంలో టంగ్‌స్టన్ ఉంటుందని చెప్పుకోవడానికి తగినంత ఆధారం లేదు.

ఉపరితలంలో బహిర్గతమై ఉన్న ఉల్ఫ్రమైట్ కొన్ని మీటర్ల లోతువరకు విచ్ఛిన్నచెంది అందులోని ఐరన్, మాంగనీస్ అవశిష్టాలుగా మృత్తిక పొరంలో దాగుంటే, టంగ్‌స్టన్ మాత్రం ఆ ప్రదేశం నుంచి రవాణా అయిన సందర్భాలు కొన్ని ఉన్నాయి. షీలైట్‌కూడా ఇదేవిధంగా శిథిలమయి రవాణా అవుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో టంగ్‌స్టైట్‌తో ప్రతిష్ఠాపన చెందుతుంది.

మోలిబ్డినమ్, టంగ్‌స్టన్ ఖనిజాలు కలిసిఉన్న సందర్భాలలో ఏర్పడే మోలిబ్డినమ్ విక్షేప పరివేషాలు టంగ్‌స్టన్ పరివేషాల కన్న విస్తారంగా ఉంటాయి. దీనికిగల కారణము శైథిల్యక్రియలో మోలిబ్డినమ్‌కు, టంగ్‌స్టన్‌కు గల విభేదమే. పరివేషాలలో టంగ్‌స్టన్ చాలా సున్నితరేణుపదార్థాలైన ఖనిజరూపంలోగాని లేదా టంగ్‌స్టన్‌ను పీల్చుకొని విక్షేపం చెందిఉన్న ఖనిజరేణువులుగా గాని గుర్తించటం జరుగుతుంది. శైథిల్యక్రియ తక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాలలో టంగ్‌స్టన్ పరివేషాలను సున్నిత రేణురూపంలో ఉన్న దాని ఖనిజాల ఉనికినిబట్టి గుర్తించవచ్చు. శైథిల్యక్రియ హెచ్చుగాఉన్న ప్రాంతాలలో పరివేషాలను ప్రాంతీయపదార్థాల స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణవల్ల గుర్తించవచ్చు.

టంగ్‌స్టన్ ఖనిజాలకు శైథిల్యక్రియా నిరోధకశక్తి హెచ్చుగా ఉన్నందువల్ల టంగ్‌స్టన్ లోహం కోసం చేసే భూరసాయనిక సర్వేక్షణలతోపాటు ఖనిజ పరిశోధనలుకూడా చేయవలె. శైథిల్యక్రియకు చాలావీలుగా ఉన్న శిలపదార్థాలలో ఉన్న క్వార్ట్జ్-ఉల్ఫ్రమైట్ సిరలపై భాగంలో టంగ్‌స్టన్ కేంద్రీకరణ తక్కువగా

ఉండి శైథిల్య క్రియానిరోధకాలైన శిలలోని టంగ్‌స్టన్ నేలమీద టంగ్‌స్టన్ కేంద్రీకరణ ఎక్కువగా ఉంటుంది.

టిన్:- టిన్ కోసం చేసే భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ చాలా మంచి ఫలితాల నిస్తుంది. భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ ద్వారా నిర్ణయించిన టిన్ ఖనిజ నిక్షేపం సరిహద్దులు వివరంగా చేసిన సర్వేక్షణలో ఏర్పడిన సరిహద్దులతో ఏకీభవించి ఉంటాయి. టిన్ నిక్షేపాలకోసం భూరసాయనిక సర్వేక్షణలో పరిశోధనలు చేసిన సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞుడు ఓజిరవ్ అభిప్రాయం ప్రకారం శిలలలో 0.05% తగరపు విలువలున్నట్లయితే అవి నిక్షేపం ఉనికికి మంచి సూచనయగా తీసుకోవచ్చు. ఈ శాస్త్రజ్ఞుని ప్రకారం తగరపు నిక్షేపాలకోసం సర్వేక్షణ విశాలమైన ప్రదేశాలలో (5 నుంచి 10 చ. కి. మీ. వరకు) సాగించవచ్చు. ప్రతి 100 లేదా 200 మీటర్‌లకు ఒక పార్శ్వరేఖాకృతిని తీసుకొని నమూనాలను ప్రతి 25 లేదా 50 మీటర్‌లకు, 0.5 మీటర్ లోతులో ఎంచుకోవలె. శిలలలోని టిన్ ఖనిజాల రూపంలోగాని లేదా ఇతర ఖనిజాలలో సమస్వరూప మిశ్రమంగా గాని ఉంటుంది. ఈ కారణంవల్ల టిన్ కోసం భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ఫలితాలను విపులీకరించడానికి ముందు ఈ లోహము ఆ శిలలలో ఏ రూపంలో ఉందో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరము.

టిన్ నిక్షేపాలు క్వార్ట్జ్ - కాసిటరైట్‌కు సంబంధించినవి గాని, సల్ఫైడ్ - కాసిటరైట్‌కు సంబంధించినవి కాని అయివుండవచ్చు. మొదటి రకపు వాటి సర్వేక్షణలో టిన్ విలువలు తక్కువగా ఉంటాయి. రెండవ రకపు నిక్షేపాల సర్వేక్షణలో లోహపు విలువలు హెచ్చుగా ఉంటాయి. ఈ లోహపు విలువల హెచ్చుతగ్గులలో వాతావరణపు ప్రభావం కూడా కనిపిస్తుంది. శీతల వాతావరణంలో శైథిల్యక్రియకు సానుకూలత తక్కువ కాబట్టి పరివేషాలలోని లోహపు విలువల కన్న సున్నిత ఖనిజరేఖ పదార్థాలకే ఎక్కువ ప్రాముఖ్యము ఇవ్వవలసి ఉంటుంది.

టిన్ నిక్షేపాల సమీపంలోనున్న మొక్కలలో టిన్ కేంద్రీకృతమవుతుంది. ఉపరితలపు మృత్తిక పొరలలో సాధారణంగా టిన్ కేంద్రీకృతం కాదు. కింది పొరలలో ఎక్కువగా చేరుకొంటుంది.

గోల్డ్ : గోల్డ్ శిలలలోను, మృత్తికలోను, జలాలలోను చాలా తక్కువ పరిమాణంలో దొరుకుతుంది. అందువల్ల నిక్షేపాన్వేషణకు శిలా పదార్థాలలో గోల్డ్ ఉందో లేదో తెలుసుకోవడానికి చాలా ఖచ్చితమైన, సున్నితమైన విశ్లేషణ పద్ధతి చాలా అవసరము. శిలలలోని గోల్డ్ పరిమాణము రసాయనిక విశ్లేషణం వల్లగాని, స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణవల్లగాని కనుక్కోవడం చాలా కష్టము. స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణంలో ప్రత్యేకపద్ధతిని ఉపయోగించి ఈ గోల్డ్ పరిమాణాన్ని కనుక్కోవచ్చు. గోల్డ్ కోసం అన్వేషణ కొనసాగించేటప్పుడు గోల్డ్ ఖనిజాలతో కలిసి ఉన్న అసార ఖనిజాల కోసం అన్వేషణ సాగిస్తే ఫలితాలు బాగుంటాయి. ఒక్కొక్క రకమైన గోల్డ్ నిక్షేపానికి ఒక్కొక్క రకమైన అసార ఖనిజ సముదాయముంటుంది.

గోల్డ్ నిక్షేపాలు పైరైట్ ఖనిజాలతో కలిసి ఉంటాయి కాబట్టి పైరైట్ నిక్షేపాన్వేషణకు ఏ ఖనిజ సూచికలను ఉపయోగించుకొంటామో వాటినే గోల్డ్ నిక్షేపాలకు కూడా ఎన్నిక చేసుకోవలె. పైరైట్‌తో కలసిఉన్న గోల్డ్ నిక్షేపాలను వెదకడానికి సిల్వర్, లెడ్, జింక్, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమొని, సెలీనియమ్, టెలూరియమ్‌ల కోసం శిలాపదార్థాలను విశ్లేషణ చేయవలె. గోల్డ్ సిరలకోసం అన్వేషించే సందర్భాలలో సిల్వర్ సెలీనియమ్, టెలూరియమ్, లెడ్‌ల కోసం విశ్లేషణచేస్తే ఫలితాలు కనిపిస్తాయి. సెలీనియమ్, టెలూరియమ్‌లకు మాత్రం ప్రత్యేక విశ్లేషణ పద్ధతిని ఉపయోగించవలె.

సిరల రూపంలో ఉన్న గోల్డ్ నిక్షేపాలను వెదకే సందర్భాలలో నిక్షేపపు బహిర్గతసిరలనే కాకుండా వాటిని కప్పి ఉన్న మృత్తికపొరలను, వాటికి సమీపంలో ఉన్న మృత్తిక పొరలనుకూడా సిల్వర్ పరిమాణం కోసం పరిశోధించవలె. క్వార్ట్జ్ సిల్వర్–గోల్డ్ సిరలనుంచి నమూనాలను తీసుకొనేటప్పుడు స్థూలభాగము, సున్నితభాగము రెండూ తీసుకోవలె. ఎందువల్లనంటే గోల్డ్‌యుత సిల్వర్ సున్నితరేణు భాగాలలోనే కాకుండా స్థూలరేణు భాగాలలోకూడా ఉంటుంది. రసాయనిక విశ్లేషణ పద్ధతిలోను, స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణ పద్ధతిలోను సిల్వర్ సున్నితత్వాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని గోల్డ్ నిక్షేపాన్వేషణలో సిల్వర్‌ను చక్కటి సూచికగా ఎన్నుకోవచ్చు.

నికెల్, కోబాల్ట్, క్రోమియమ్ :— నికెల్, కోబాల్ట్, క్రోమియమ్‌ల కోసం చేసే నిక్షేపాన్వేషణ అతిమౌలిక శిలలలోను, వాటినుంచి ఏర్పడిన అంఫి

బొలైట్‌లలోను (amphibolites) ఉన్న ఈ లోహాల పరిమాణం మీద ఆధార పడి ఉంటుంది. సాధారణంగా అతి మౌలికశిలలలో 0.2 నుంచి 0.25% వరకు నికెల్, 0.02% కోబాల్ట్ 0.2% క్రోమియమ్ ఉంటాయి. శైథిల్యక్రియా నంతరం ఈ శిలలలోని సులభద్రావణీయ పదార్థాలన్నీ రవాణా అయిన తరవాత నికెల్ హైడ్రోసిలికేట్ నిక్షేపాలు, కోబాల్ట్ నిక్షేపాలు అవశిష్టాలుగా మిగిలి పోతాయి. శైథిల్యక్రియవల్ల అతిమౌలిక శిలలలోని మెగ్నీషియమ్ సిలికేట్‌గా గాని లేదా హైడ్రోసిలికేట్‌గా గాని విఘటన చెందడం ప్రథమచర్య. తరవాత ఈ మెగ్నీషియమ్ హైడ్రోకార్బొనేట్‌గా రవాణా అవుతుంది. ఈలోపుగా ఐరన్ లోహము హైడ్రాక్సైడ్‌గా మారి స్వతంత్ర ఖనిజాలుగా మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్ లతో కలిసి పైభాగపు పొరలో కేంద్రీకృత మవుతాయి. శైథిల్య మండలానికి మధ్యమండలంలో ఐరన్, నికెల్ హైడ్రోసిలికేట్‌లు, దిగువ మండలంలో నికెల్‌తో కూడిన మెగ్నీషియమ్ హైడ్రోసిలికేట్‌లు కేంద్రీకృతమవుతాయి. ఇవి కాకుండా పై భాగంలోను, మధ్యమండలంలోను నికెల్ క్లోరైట్‌లు, నికెల్ జెప్పొరిసైట్‌లు ఏర్పడతాయి. కోబాల్ట్ ఆక్సైడ్ మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్‌లతో కలిసి ఉపరితల మండలంలో కేంద్రీకృతమవుతుంది. ఏదైనా ఒక శైథిల్యమండలంలో ఏర్పడిన మృత్తిక పక్క మండలాల నుంచి చేర్చినమృత్తికతో కలిసి ఉంటుంది. ఇవి కాకుండా పవనాలవల్ల నీటివల్ల రవాణా కావడంవల్ల చేరిన అవక్షేపాలు కూడా కలిసి ఉంటాయి. ఉపరితల ప్రవాహము మందంగా లేనిచోట్ల ఇటువంటి మృత్తిక పొరల ఉపరితల మండలంలో నికెల్, కోబాల్ట్, క్రోమియమ్ కేంద్రీకృతం కావ డానికి అవకాశముంది. పురాతన శైథిల్య మండలాలలోని శైథిల్యోత్పాదితాలు ప్రస్తుత ఉపరితల ప్రవాహము ఏర్పడటానికి ఎంత ఎక్కువగా సహకరిస్తే అటు వంటి ఉపరితల మండలాలలో నికెల్, కోబాల్ట్, క్రోమియమ్ నిక్షేపాలు అంత ధనవంతంగా ఉంటాయి. ఉపరితల మండలంలో మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్‌లతో బాటు కేంద్రీకృతమై ఉన్న కోబాల్ట్ వివరాలద్వారా కింది భాగాలకు దిగుతుంది. ఈ పరిస్థితులన్నీ నికెల్, కోబాల్ట్‌ల భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణకు చాలా ఉత్సాహాన్ని కలగజేస్తాయి. మృత్తిక విశ్లేషణ ఈ లోహాల నిక్షేపాన్వేషణకు సత్ఫలితాలనిచ్చేటప్పుడు వృక్షభాగాలను విశ్లేషణ చేయడం అనవసరము, వృథా శ్రమ.

కోబాల్ట్, నికెల్, క్రోమియమ్‌ల విషయంలో భూరసాయనిక పద్ధతికి ముందుగా భూభౌతిక పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ సాగించడం చాలా ముఖ్యము. ఎందువల్లనంటే ఈ పద్ధతి వల్ల ఈ లోహాలు కేంద్రీకృతమై ఉన్న అతిమౌలిక శిలల హద్దులను ముందుగా కనుక్కోవచ్చు. అంతర్జలాలు పెరుగుదల మండలాలలోకి పోయే సందర్భాలలో నికెల్ కోసం జల-భూరసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ కొనసాగించవలె. సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలలో అంతర్జలాల అభ్యాగత శిలల నుంచి ఏర్పడిన శైథిల్యోత్పాదితాల నుంచి తీసిన జలసారపు PH విలువను, నికెల్ విలువను కనుక్కోవలె.

ఉపరితల ప్రవాహం మందము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు అయస్కాంత సర్వేక్షణతో కూడిన జీవ భూరసాయనిక సర్వేక్షణా, నీరు హెచ్చుగా నిలవ ఉన్న ప్రదేశాలలో జల-భూరసాయనిక సర్వేక్షణతో కూడిన జీవ-భూరసాయనిక సర్వేక్షణా ఎంతో ఉపయుక్తంగా ఉంటాయి.

మందము తక్కువగా ఉన్న ప్రవాహమున్న అతిమౌలిక శిలల శైథిల్య పటలంలో ఆక్సీకరణ చెందిన కోబాల్ట్ కోసం నిక్షేపాన్వేషణ సాధారణ పద్ధతుల ద్వారా జరిపించవచ్చు. ఇటువంటి ప్రదేశాలలో ఓకర్‌లు (ochre), మాంగనీస్ హైడ్రాక్సైడ్‌లు ఉన్న ప్రాంతాలను ఎక్కువ శ్రద్ధతో పరిశీలించవలె. ఉష్ణజలీయ కోబాల్ట్ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు నమూనాలలో ఆర్సెనిక్‌ను కనుక్కోవడం ఎంతైనా ఉపకరిస్తుంది.

ఉష్ణజలీయ ఖనిజాలు :-

ఉష్ణజలీయ ఖనిజాలైన ఫ్లోరైట్, బెరైట్, కాల్సైట్, లిథియమ్ ఖనిజాలు మొదలైన వాటిని భూరసాయనిక పద్ధతిలో అన్వేషణ సాగించినందువల్ల నిక్షేపాల ఉనికిని గురించి తెలుసుకోవడమే కాకుండా ఉష్ణజలీయ మార్పులు శిలలలో ఎక్కడెక్కడ ఉన్నాయో వివరంగా తెలుసుకోవచ్చు. ఫ్లోరైట్, బెరైట్ ఖనిజాలను నిక్షేపం ఉన్న శిలలకు నలువైపులా ఉన్న శిలా పదార్థాలలోను, శైథిల్యావశిష్టాలలోను వెదకవలె. ఈ రెండు ఖనిజాలు అతి సున్నిత శిలా పదార్థాలలో ఉంటాయి. కాల్సైట్ నిక్షేపాలున్నచోట ఉపరితల ప్రాంతాలలో ఈ ఖనిజపు శైథిల్యావశిష్టంగా కాల్సియమ్ ఆక్సైడ్ ఉండటం గమనించవలసిన విషయము. కాల్సైట్ నిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలలో అంతర్గత ఉపరితల జలాలలో కాల్సియమ్ విలువ హెచ్చుగా ఉంటుంది.

లిథియమ్ ఖనిజాన్వేషణను మాధ్యమిక (Intermediate) శిలలలో కొన సాగించవలె. శిలా శైథిల్య ప్రక్రియ సమయంలో లిథియమ్ ఖనిజాల నుంచి లిథియమ్ తొలగించబడి అది మృత్తిక పెగువ పొరలలో కేంద్రీకృత మవుతుంది. ఈ కారణం వల్ల లిథియమ్ ఖనిజాన్వేషణ కోసం మృత్తిక పొరలలోని లిథియమ్ విలువలను కనుక్కొని లిథియమ్ పెగ్మటైట్ల ఉనికి కనుక్కోవచ్చు; లేదా వాటి సరిహద్దులను గుర్తించవచ్చు.

ఖనిజీకృత శిలలను కప్పిఉన్న మృత్తిక పొరలను పరీక్షించి నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం చాలా సాధారణమైన అన్వేషణా విధానము. అన్వేషణ విధానము నిక్షేపపు ఉద్భవ ప్రక్రియమీదను, నిక్షేపపు ఉద్భవ వాతావరణం మీదను, మృత్తికపొరల వాతావరణ పరిస్థితుల మీదను, ప్రదేశపు పర్వతమాలోద్భవ చరిత్ర మీదను, భూజలతల మట్టం మీదను ఆధారపడి ఉంటుంది. మృత్తికపొర మందం 1 నుంచి 5 మీటర్ల వరకు ఉండి నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించవలసిన ప్రదేశము ఎక్కువగా ఛేదించబడకుండా ఉన్నట్లయితే, భూరసాయనిక సర్వే గ్రిడ్ పద్ధతిలో జరిపించవలె. శుష్క ప్రదేశాలలో ఈ సర్వే జరిపించేటప్పుడు 10-20 సెం॥ మీ లోతు నుంచి సూక్ష్మరేణు మయమైన నమూనాలను తీసుకోవలె. నీరు నిలవ ఉన్న ప్రదేశాలలో ఈ నమూనాలను లోతులనుంచి (అంటే 0.5 నుండి 1 మీటరు వరకు) సేకరించవలె. అతి శీతల ప్రదేశాలలో శైథిల్యక్రియ చాలా తక్కువ స్థాయిలో సంభవిస్తుంది. కనక నమూనాలను స్థూలరేణు భాగాల నుంచి సేకరించవలె. శైథిల్యక్రియా నిరోధకాలైన ఉల్ఫ్రమైట్, మోనజైట్, కాసిటరైట్, ఇల్మనైట్, గోల్డ్ మొదలైనవి ఉన్న ప్రదేశాలలో స్థూలరేణు నమూనాలు చాలా అవసరము. శుష్క వాతావరణ ప్రదేశంలోను, నీటితో నిండిన ప్రాంతంలోను సేకరించిన నమూనాలను స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణ ద్వారా పరిశోధించవచ్చు. అతి శీతల ప్రాంతాలలోని నమూనాలను ఖనిజీకరణ విశ్లేషణ ద్వారా పరిశోధించ వలసిన అవసరముంది.

ఉపరితల మృత్తిక పొరల మందము హెచ్చుగా ఉండి, ఆ ప్రదేశము బాగా ఛేదించబడి ఉంటే' నిక్షేపాన్వేషణ పద్ధతులను ప్రదేశపు నిమ్నోన్నతాలను బట్టి, వాతావరణాన్నిబట్టి మార్చుకొంటూ ఉండవలె. ఇటువంటి చోట గ్రిడ్ సర్వేక్షణ పద్ధతి ఉపయోగకారి కాదు. వాలులలో ఎక్కువగా అన్వేషణ జరిపించవలె. వాతావరణ పరిస్థితులనుబట్టి, ఖనిజ నిక్షేపపు సంఘటననుబట్టి ఇటువంటి

చోట రసాయనిక, స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణతో బాటు ఖనిజ విశ్లేషణ కూడా అవసరము, చిన్న చిన్న కందకాలను వాలులలో సమోన్నతరేఖలకు సమాంతరంగా తవ్వవలె. ఈ కందకాల మధ్య అంతరము 10 మీటర్ల నుంచి 50 మీటర్ల వరకు ఉండవచ్చు. అతి శీతల వాతావరణంలో ఖనిజ విశ్లేషణ ఎక్కువ ఉపయోగ పడుతుంది. ఉష్ణప్రాంతాలలో ఖనిజ విశ్లేషణ కంటె రసాయనిక, స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణ పద్ధతులు ఎక్కువ ఉపయోగకరంగా ఉంటాయి.

హెచ్చుగా ఛేదించబడిన పర్వత ప్రాంతాలలో మృత్తిక పొరలు ఒక చోట కేంద్రీకరింపబడటానికి అవకాశముండదు. అటువంటి చోట పర్వత వాలులలో అన్వేషణ కొనసాగించవలె. పర్వతపు దిగువ భాగాలలో కేంద్రీకృతమై ఉన్న మృత్తికలోని స్థూలరేణు భాగాన్ని ఖనిజ విశ్లేషణ పద్ధతుల ద్వారా సూక్ష్మరేణు పదార్థాన్ని రసాయనిక స్పెక్ట్రోగ్రాఫిక్ విశ్లేషణ పద్ధతుల ద్వారా పరిశోధిస్తే విజయవంతమైన ఫలితాలు లభిస్తాయి. ఖనిజ నిక్షేపాలు, శిలా నిక్షేపాలచే (క్వాటర్నరీ నిక్షేపాలు-లోయెస్, ఒండలి, డెల్టా, నదీకృత నిక్షేపాలు గాని అంత కంటె పురాతన శిలా నిక్షేపాలు) కప్పబడి ఉన్నప్పుడు నిక్షేపాన్వేషణ కష్టతరంగా ఉంటుంది. అంతర్గతమై ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాల ఉనికిని తెలుసుకోవడానికి బోరింగ్‌లు చాలా అవసరము. వీటితోబాటు, భూభౌతిక పద్ధతులు, జల రసాయనిక పద్ధతులు నిక్షేపాన్వేషణకు తోడ్పడతాయి. ఉపరితలపు మృత్తిక పొరలు 15 మీటర్ల దళసరి ఉన్నప్పుడు, జీవ-భూరసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించవచ్చు. ఈ మృత్తిక పొరల దళసరి హెచ్చవుతున్న కొద్దీ జల భూరసాయనిక పద్ధతుల ప్రాముఖ్యము ఎక్కువవుతుంది. బోరింగ్‌లు వేసి సర్వేక్షణమానచిత్రాన్ని తయారుచేసేటప్పుడు జలభూరసాయనిక పరీక్షలు చాలా అవసరము.

ఆధార శిలా ప్రాంతాలలోను, మృత్తిక పొరలతో పూర్తిగా కప్పబడిన ప్రాంతాలలోను భూరసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు ఆధారశిలల చరిత్ర, మృత్తికపొరల చరిత్రలతో బాటు ఆ ప్రదేశపు నిమ్నోన్నతాల యొక్క భూస్వరూపము, అది ఏర్పడిన వివరాలు, క్వాటర్నరీ అవక్షేప శిలల చరిత్ర కూడా బాగా అర్థం చేసుకోవలె.

4

జల - భూరసాయనిక విధానాలు

లోహాలు - ద్రావణీయత

జల - భూరసాయనిక పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణను గురించి తెలుసుకొనే ముందు అటువంటి అన్వేషణను సులభసాధ్యంచేసే ప్రక్రియలను గురించి తెలుసుకోవలె. ఈ అన్వేషణ పద్ధతులు నీటిలో లోహాల ద్రావణీయత మీదా, అంతర్భౌమికంగాను, ఉపరితలంమీదా ఒక ప్రదేశం నుంచి మరొక ప్రదేశానికి లోహద్రావణాల చలనం మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. అధారశిలల మీదుగా ప్రవహించే నీరు అటువంటి శిలలలో ఉన్నటువంటి సులభంగా ద్రావణీయమైన ఖనిజాలను ఖనిజసంయోగ పదార్థాలనూ ద్రావణంగా మార్చి అటువంటి ద్రావణస్థితిలో మరొకచోటికి రవాణాచేస్తాయి. కొన్ని సందర్భాలలో ఈ ద్రావణాల నుంచి ఖనిజ సంయోగపదార్థాలు అవక్షేపాలుగా విడుదల అవుతాయి. మరికొన్ని సందర్భాలలో ఈ అవక్షేపాలు మళ్ళీ ద్రావణీయమై రవాణా అవుతాయి. ఈ విధంగా ద్రావణీయత, రవాణా, అవక్షేప ప్రక్రియలు ఒక పర్యాయంగాని, కొన్ని పర్యాయాలు గాని సంభవించవచ్చు. భూపటలం యొక్క జలసంతులనం (Water balance) లో పాల్గొనే నలభై మూలకాలలోను, మన నిక్షేపాన్వేషణకు పనికి వచ్చేవి ఇరవై ఒకటి మాత్రమే. అవి కోబాల్ట్, మోలిబ్డినమ్, స్ట్రాన్షియమ్, బేరియమ్, బోరాన్, నికెల్, సిల్వర్, టంగ్స్టన్, కాపర్, జింక్, కాడ్మియమ్, ఇండియమ్, మెర్క్యూరీ, క్రోమియమ్, వెనేడియమ్, ఆర్సెనిక్, ఆంటిమొని, ఫ్లోరిన్ శిలా ఖనిజాలలోని మూలపదార్థాలు ద్రావణాలుగా మారటం ఆ మూలకాల అయానిక శక్మం (ionic Potential) మీద అధారపడిఉంటుంది. తక్కువ అయానిక శక్మ విలువలున్న మూలకాలు త్వరగా ద్రావణాలుగా మార్చబడి ఎక్కువ కాలం ద్రావణస్థితిలో ఉంటాయి. ద్రావణీయతను బట్టి వీటి చలనశక్తి హెచ్చుతూ తగ్గుతూ ఉంటుంది. స్వేద జలంలోని ద్రావణీయతను ఆధారంగా చేసుకొని లోహ మూలకాలను కింది విధంగా విభజించవచ్చు.

(1) అధిక ద్రావణీయత ఉన్నవి :— సోడియమ్, పొటాసియమ్ ఈమూలకాలు శిలల నుంచి వేరయిన తర్వాత హేలైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, నైట్రేట్‌లు కార్బొనేట్‌లు, ఫ్లోరైడ్‌లు, బోరేట్‌లు, సిలికేట్‌లుగా రవాణా అవుతాయి. వీటితోబాటు సీసియమ్, రుబిడియమ్‌లను కూడా చెప్పవచ్చు. (2) సులభంగా ద్రావణీయమైనవి:— కాల్సియమ్, మెగ్నీషియమ్, నికెల్— వీటి హేలైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, బైకార్బొనేట్‌లు కోబాల్ట్, ఐరన్, మాంగనీస్, కాపర్, సిల్వర్—— వీటి హేలైడ్‌లు, సల్ఫేట్‌లు, మరియు సిల్వర్‌సల్ఫేట్. (3) స్వల్ప ద్రావణీయతఉన్నవి:——స్ట్రాంషియమ్ సల్ఫేట్, బేరియమ్, స్ట్రాంషియమ్, స్విలర్ ——వీటి కార్బొనేట్‌లు (4) అతిస్వల్ప ద్రావణీయతఉన్నవి:— లెడ్ కార్బొనేట్‌లు జింక్, కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్ — వీటి సిలికేట్‌లు, కాపర్ జింక్ కార్బొనేట్‌లు, బేరియమ్ సల్ఫేట్, క్లోరైడ్ రూపంలోని సిల్వర్. (5) అద్రావణీయమైనవి: ఐరన్ (Fe^{3+}), మాంగనీస్ (Mn^{3+}), టైటానియమ్ (Ti^{3+}) కోబాల్ట్ (Co^{3+}) వీటి హైడ్రాక్సైడ్‌లు.

ప్రకృతి జలాలలో ద్రావణీయత పైన చెప్పబడిన విధంగా కాకుండా కొద్దిమార్పులతో ఉండవచ్చు. అంతర్భౌమజలాలలో ఆమ్లాలు. తదితర సంయోగ పదార్థాలు ఉన్నందువల్ల పైన అద్రావణీయమైనవిగా చెప్పిన మూలకాలు, సంయోగ పదార్థాలు వీటిలో ద్రావణీయస్థితిలో ఉంటాయి. ఈద్రావణీయతకు కారకాలు:(1) ద్రావణాలలో హైడ్రోజన్ అయాన్ స్థాయి, (2) ఆక్సీకరణ-క్షయకరణ శక్మాలు (Oxidation Reduction Potentials), (3) పీడన (Pressure), (4) ఉష్ణోగ్రత, (5) అయాన్ల విఘటన (6) ద్రావణంలో సాధారణ లేదా విజాతి అయాన్‌ల ప్రభావము, (7) వాయువుల (Co_2, O_2) ప్రభావము, (8) ద్రావణంలోని అయాన్‌ల పరస్పర రసాయనిక చర్యలు మొదలైనవి. వీటి ప్రభావం వల్ల మూలకాల ద్రావణీయత స్వేద జలాలలో కన్న అంతర్భౌమ జలాలలో ఎక్కువగా ఉంటుంది.

అంతర్భౌమ జలాలలో ద్రావణీయాలుగా ఉన్న రసాయనిక పదార్థాలు అయానిక్ ద్రావణాలుగా గాని, అణుద్రావణాలుగా గాని లేదా కొలాయిడల్ ద్రావణాలుగా గాని ఉంటాయి.

ప్రకృతి జలాలను విశ్లేషించి నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం ఇప్పుడు ఎక్కువగా వాడుకలోకి వస్తున్నది. ప్రకృతి జలాలలో మూలకాలు చాలా తక్కువ పరిమాణంలోఉన్నందువల్ల వాటిని ఆధునిక విశ్లేషణ పద్ధతుల ద్వారా కనుక్కోవలె. ఖనిజీకరణ మండలాల సమీపంలో ప్రవహించే ప్రకృతి జలాలలోని లోహమూల

కాలు ఖనిజీ కరణలేని ప్రదేశాలలోని ప్రకృతి జలాలలో కన్న హెచ్చు పరిమాణంలో ఉంటాయి. ఉదాహరణకు కొన్ని లోహమూలకాల సాంద్రీకరణ క్రిగువ ఇచ్చినాము (Saukov Perelman, 1956).

లోహము	ప్రకృతి జలాలలో సాంద్రీకరణ (g/l)	
	ఖనిజీకరణ లేని మండలము	ఖనిజీ కృతమండలము
నికెల్	1×10^{-6}—1×10^{-5}	1×10^{-5}—1×10^{-3}
కోబాల్ట్	1×10^{-7}—1×10^{-5}	1×10^{-5}—1×10^{-3}
జింక్	1×10^{-7}—1×10^{-5}	1×10^{-5}—1×10^{-3}
కాపర్	1×10^{-6}—1×20^{-5}	1×10^{-5}—1×10^{-3}
యురేనియమ్	1×10^{-8}—1×10^{-5}	1×10^{-5}—1×10^{-3}
మోలిబ్డినమ్	1×10^{-7}—1×10^{-6}	1×10^{-4}
లెడ్	1×10^{-7}—1×10^{-6}	1×10^{-5}—1×10^{-3}

ప్రకృతి జలాలలో లోహపు నగటు పరిమాణము భూపటలంలోని ఆ లోహపు నగటు పరిమాణం మీద, విశ్లేషణ చేసిన నమూనాల సంఖ్యమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ప్రకృతి జలాలలో లోహపు పరిమాణాలు దిగువ పేర్కొనబడిన కారకాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయి.

(1) ఆక్సీకరణ క్రియానంతరమేర్పడిన సంయోగ పదార్థాల ద్రావణీయత,
(2) జలాల PH, Eh విలువలు.
(3) లోహ సల్ఫైడ్ల ఆక్సీకరణ స్థాయి.
(4) ప్రకృతి జలాలలోని చలరాశులు (Variables).
(5) నిక్షేపం పరిమాణము.
(6) శిలలయొక్క ప్రవేశ్యయోగ్యత
(7) వాతావరణ పరిస్థితులు, జలసంబంధ, పర్వత వాతావరణము.
(8) ఖనిజీకృత శిలలనుంచి వెలువడిన పదార్థాల మీద ఇతర శిలల రసాయనిక చర్యలు.

ప్రకృతిజలాలలోని లోహ మూలకాల చలనశక్తి కూడా పైన పేర్కొన్న కారకాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ప్రకృతి జలాలలోని లోహాలు ఎక్కువ

భాగం సల్ఫైడ్ ఖనిజాలనుంచి, సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలనుంచి చేర్చబడతాయి. ప్రకృతి జలాలలోని లోహపరిమాణము ఖనిజనిక్షేపాల ఆక్సీకరణస్థాయిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖనిజాల ఆక్సీకరణ, ద్రావణీయత, ద్రావణాల చలనము అంతర్భౌమ జల తలపు మట్టంమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖనిజనిక్షేపాలు శిథిలం చెందేటప్పుడు ఆమ్లజలాలు ఈశైథిల్యక్రియకు సహాయపడతాయి. ప్రకృతి జలాలకు ఖనిజాలలోని లోహాలు ఎక్కువగా ద్రావణీయస్థితిలో చేర్చబడతాయి. ఇటువంటి జలాలు నిక్షేపాల నుంచి దూరంగా ప్రవహించేటప్పుడు పరిసర శిలాప్రభావం వల్ల వీటి PH విలువలలో మార్పులువచ్చి క్షారవిలువలకు చేరువగా ఉంటాయి. ఈ పరిస్థితులలో ద్రావణీయాలుగా ఉన్న కొన్నిలోహాలు అవక్షేపణ చెందుతాయి. తత్ఫలితంగా ఈ జలాలలోని లోహపువిలువలు నిక్షేపాలకు దూరం ఎక్కువయ్యే కొద్దీతగ్గుతుంటాయి. లోహాలు ద్రావణీయస్థితిలో ఉండటానికి, అవక్షేపాలుగా మారడానికి నీటిలోని జీవసంబంధ పదార్థాలుకూడా కారకాలుగా ఉంటాయి.

ప్రకృతిజలాలలోని లోహపుశాతాన్ని ఆపరిసరాలలోగల లోహపు ఉత్పత్తి స్థానానికి మాత్రమే సూచికగా తీసుకోవచ్చు. లోహశాతానికి, నిక్షేపం పరిమాణానికి ఏమాత్రం సంబంధము ఉండదు. ప్రకృతి జలాలలో లోహపరిమాణపు హెచ్చుతగ్గులకు ఇతర కారణాలు ఉండవచ్చు. అయినప్పటికీ ఈవిలువల సహాయంతో నిక్షేపం ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు. శిలావిశ్లేషణం వల్లనూ శైథిల్యక్రియాజన్య పదార్థాల విశ్లేషణ వల్లనూ కూడా కనుక్కోలేని నిక్షేపాలను ప్రకృతి జల విశ్లేషణవల్ల కనుక్కోవచ్చు. బహుళ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలున్నచోట్ల ప్రకృతి జలాలలో వివిధలోహాలు ఒకేశాతంలోఉండవు. వీటి విలువలు ద్రావణీయతల మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. అందువల్ల జలభూవిజ్ఞాన రసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు ఏ ఏ లోహాలు ఈ ప్రకృతి జలాలలో ఎంత శాతం ఉన్నాయో విశ్లేషణద్వారా తెలుసుకొని ఆ లోహాల నిక్షేపాన్వేషణను జరిపించవలసి ఉంటుంది.

బహుళ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలలోని ప్రకృతిజలాలలో ద్రావణీయ స్థితిలోనున్న లోహాలు ఒకటికంటె ఎక్కువ ఉంటాయి. ప్రకృతిజ లాలలోని లోహం శాతము వాతావరణస్థితిని బట్టి దేశకాలపరిస్థితులను బట్టి మారుతుంటుంది. వర్షఋతు కాలంలో లోహపు విలువలు చాలాతక్కువగా ఉంటాయి. శరత్‌ఋతుకాలంలో ఇవి చాలా హెచ్చుగా ఉంటాయి. జలభూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణకు శరత్

ఋతు కాలమే సరిఅయినది. ఉపరితల జలప్రవాహాలలో లోహాలు ద్రావణీయస్థితి లోనే కాకుండా విలంబిత స్థితి (suspension)లో కూడా రవాణాఅవుతాయి. వర్షా కాలంలో అధికవర్షపాతంవల్ల లోహపు విలువలు తగ్గడమే కాకుండా, ఈ ఋతువులో భూజలతలము ఉపరితలానికి చేరువలో ఉన్నకారణంగా ఖనిజ నిక్షేపాలు శైథిల్యం చెందడానికి అవకాశం తక్కువయినందువల్ల ప్రకృతి జలాలకు లోహాలు అదనంగా చేర్చబడవు. వర్షఋతువు ఆఖరిదశలో ఖనిజాలు ఎక్కువగా శిథిలం కావడంవల్ల లోహాలు ఎక్కువగా ప్రకృతిజలాలకు చేర్చబడ తాయి. గ్రీష్మఋతువులో భూజలతలము చాలాకిందికి పోతుంది. కొన్నికొన్నిచోట్ల లోహసంయోగ పదార్థాలు అవక్షేపాలుగా ఏర్పడతాయి. ఈ ఋతువులో ప్రకృతి జలాలలోని లోహాలు అంత హెచ్చుశాతంలో ఉండవు.

జల భూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణలో మనము ముఖ్యంగా గుర్తుంచు కోవలసిన విషయాలు రెండు: ప్రకృతిజలాలలో లోహశాతము తక్కువగా ఉంటే ఆప్రాంతాలలో ఖనిజనిక్షేపాలు లేవని అనుకోరాదు. అదే విధంగా జలాలలోని లోహశాతము చాలా హెచ్చుగా ఉంటే ఖనిజనిక్షేపాలు ఉన్నట్లు భావించ కూడదు. ప్రకృతిజలాలలో ఏదో ఒక్క లోహపు విలువలనుబట్టి నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించే కంటే కొన్ని లోహసమూహాల విలువలనుబట్టి ఈ అన్వేషణ జరిపిస్తే ఫలితాలు విజయవంతంగా ఉంటాయి.

ప్రకృతి జలాలు—లోహచలనము

లోహాలు కలిసి ఉన్న ప్రకృతిజలము లోహాల ఉనికిస్థానాలనుంచి వివిధ పరిస్థితులలో వివిధ రీతుల రవాణా అవుతుంది. సాధారణంగా జలప్రవాహము ఏ దిశగా ఉందో అదే దిశలో ఈలోహపూరిత జలాలు కూడా ప్రయాణం చేస్తాయి. ఖనిజ నిక్షేపాలనుంచి వేరుచేయబడిన లోహాలు, లోహసముదాయాలు రవాణా అయ్యేదూరము లోహలవణ ధర్మాలమీద, నీటియొక్క PH విలువలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఇవికాక శిలలలోని భ్రంశాలు, పగుళ్లు, మరి ఇతర నిర్మితీయ విరూపణల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

ప్రవాహజలాలే కాకుండా నీరు నిలువఉండే తంపర భూములుకూడా జల భూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణకు పనికివస్తాయి. జలభూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణ సమయంలో ఆప్రదేశంలోని ప్రకృతి జలాలలోని లోహపువిలువలు

ఏ విధంగా మార్పులుచెందుతున్నాయో కొంత సూచనగా తెలుసుకొని తరవాత ప్రవాహపు నీటిలోగాని, నిలవఉన్న నీటిలోగాని, అంతర్భౌమ జలాలలోగాని లోహపు విలువలు ఏపరిమాణంలో ఉన్నాయో తెలుసుకొని సర్వేక్షణ జరిపించవలె. నీటిలో ద్రావణీయస్థితిలో ఉన్నలోహాలను మూడు తరగతులుగా విభజించవచ్చు. అవి (1) సంచితమయ్యేవి (Accumulating) (2) విక్షేపణకాలేనివి (Non-dispersible) (3) విక్షేపణ చెందగలిగేవి (dispersible). సల్ఫేట్ అయాన్ జింక్ మొదటి విభాగానికి చెందుతాయి. ఈ రెండూ అంతర్భౌమ జలాలలో సంచితమయి, నిక్షేపం స్థానానికి (జిప్సమ్, జింక్ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలు) అతిదగ్గరలోను, ఎక్కువ దూరంగాను కూడా పరివేషాలను ఏర్పరుస్తాయి. రెండవ రకానికి చెందినది మోలిబ్డనమ్. ఈలోహము చక్కటి పరివేషాలను ఏర్పరుస్తుంది. కాపర్ నిక్షేపాలలో మోలిబ్డనమ్ ఉంటుంది. కనక మోలిబ్డనమ్ పరివేషాలు సాధారణంగా కాపర్ నిక్షేపాలకు సూచికలు. ఇది కాకుండా మోలిబ్డనమ్ నిక్షేపాలను కూడా సూచిస్తాయి. ఖనిజ నిక్షేపాలు ఏర్పడే ఇతర లోహాలన్నీ మూడవ విభాగానికి చెందినవి.

జల భూవిజ్ఞాన రసాయనిక పద్ధతి--నిక్షేపాన్వేషణ

జ భూవిజ్ఞాన రసాయనిక పద్ధతి ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణను చాలాకాలం నుంచి జరుపుతున్నారు. అన్వేషణకుముందు ప్రకృతిజలాలలో లోహాల ప్రాంతీయ స్థానిక పృష్ఠభూముల విలువలు (Regional and local Background values) తెలుసుకోవలె. ఈ విలువలతో పోల్చిచూసినప్పుడు ఆ ప్రదేశంలోని ప్రకృతిజలాలలో కనిపించిన లోహపువిలువల అసంగతాలను సేకరించవలె. అన్వేషణ జరిపించే ప్రదేశంలోని వివిధ రకాల శిలలలోని జలాలలో లోహపు విలువలు ఏ విధంగా ఉన్నాయో కనుక్కోవలె. తరవాత అటువంటి శిలలలోని భ్రంశాలు, పగుళ్లు, శిలాస్పర్శలు-వీటిచాయలో ఉన్న జలాలలోని లోహపువిలువలు తెలుసుకోవలె. ఈ లోహపు విలువలలో అధిక విలువలున్న స్థానాలను జాగ్రత్తగా పరిశీలించి అటువంటి అధిక విలువలకు శిలలు, శిలానిర్మితులు, స్పర్శలు పరిసర వాతావరణము ఎంత వరకు కారణాలో పరిశీలించవలె.

జలభూవిజ్ఞాన రసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ విస్తృత భూభాగంలోనే కాకుండా ఛేదిత భూభాగంలో కూడా జరిపించవచ్చు. ఛేదిత భూభాగంలో ప్రకృతిజలాలు బహిర్గత ఖనిజనిక్షేపాలను, అంతర్భౌమ నిక్షేపాలను కూడా స్పృశించడానికి

వీలవుతుంది. ఇదికాక ఇటువంటి ప్రదేశాలలో భూజలతలము చాలాచోట్ల ఉపరి తలానికి వస్తుంది. ప్రవాహజలాలు నిక్షేపాలకు చాలాచేరువలో ఉన్న కారణంగా నిక్షేపాలను కనుక్కోవడం చాలా సులభ సాధ్యమవుతుంది. భూజలతల బహిర్గతాలకు ఈ జలాలు స్పృశించే నిక్షేపాలకు మధ్యదూరము చాలా తక్కువయినందు వల్ల నిక్షేపాన్వేషణ సులభ సాధ్యమవుతుంది. ఛేదిత భూభాగంలో ప్రవాహ జలాలు ఎక్కువ వేగంతో ప్రవహిస్తుంటాయి. వర్షఋతువులో ఉపరితల జలాలతో సమ్మిశితమవుతాయి. ఇందువల్ల వర్షఋతువులో ఈ జలాలలోని లోహపు విలువలు మిగిలిన ఋతువులలో కంటె తక్కువగా ఉంటాయి.

భూభాగము ఎక్కువగా ఛేదితమయిన ప్రదేశాలలోను, నిక్షేపాలను కప్పిఉన్న ప్రావారశిలల మందము ఎక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాలలోను జలభూవిజ్ఞాన రసాయనిక పద్ధతులు ఇతర పద్ధతుల కంటె మంచి ఫలితాలనిస్తాయి. నిక్షేపాన్వేషణకు బహిర్గతాలైన జలాలను, అంతర్భౌమ జలాలను కూడా నమూనాలు సేకరించవలె. బావుల నుంచి బోర్ హోల్‌ల నుంచి కూడా నీటి నమూనాలను తీయవలె. ఈ నమూనాలను విశ్లేషించి వాటిలోని లోహపు విలువలను కనుక్కోవలె. లోహపు విలువలు ఆశాజనకంగా ఉన్న ప్రాంతాలలో అన్వేషక బోరింగ్‌లను వేసి నీటి నమూనాలను సేకరించి వాటిని లోహాలకోసం, ఆనయాన్‌ల (anions) కోసం విశ్లేషించవలె. ముఖ్య లోహమూలకాల కోసమే గాకుండా తదితర అను బంధ మూలకాల కోసం కూడా నీటి నమూనాలను విశ్లేషించవలె. అనుబంధ మూల కాల కోసం జరిపే జలవిశ్లేషణ కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో తప్పనిసరి అవుతుంది. ఈవిధంగా లెడ్ నిక్షేపాన్వేషణకు ప్రకృతి జలాలలోని రజతము, జింక్ విలువలను కోబాల్ట్ నిక్షేపాన్వేషణకు నికెల్ విలువలను కనుక్కోవలె. సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల ఉనికిని జలాలలోని "సల్ఫేట్" సూచిస్తుంది. ఇదేవిధంగా ప్రకృతి జలాలలోని రేడియోధార్మిక మూలకాలు యురేనియమ్ ఖనిజనిక్షేపాలను, ఫ్లోరిన్ బోరాన్‌లు ఉష్ణజలీయ ఖనిజనిక్షేపాలను సూచిస్తాయి.

జల భూవిజ్ఞాన రసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో ప్రకృతి జలాలలోని లోహాల అనుబంధ మూలకాల "అధిక్యతలు" ఏ కారకాలవల్ల ఏర్పడతాయో వాటినన్నిటినీ మనము లెక్కలోకి తీసుకోవలె.

కొన్ని ఉదాహరణలు : (1) కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణ : కాపర్ నిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలలో మూడు రకాలైన ప్రకృతి జలాలను గుర్తించవచ్చు. మొదటి రకం: గని ప్రదేశంలోని ఆమ్ల జలాలు; రెండవ రకం: నిక్షేపానికి దగ్గరలో ఉన్న ఆమ్ల జలాలు; మూడవ రకం: అంతర్భౌమ ఆమ్లజలాలు. సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల ఆక్సీకరణ వల్ల మొదటి రకపు జలాలు, ఆ నిక్షేపావస్థలో నున్న సల్ఫైడ్ ఖనిజాల ఆక్సీకరణ వల్ల రెండవరకానివీ, పై రెండు ప్రక్రియలవల్ల తయారైన పదార్థాలు అంతర్భౌమ జలాలకు చేర్చబడినందువల్ల మూడవ రకానివీ ఏర్పడతాయి.

నిక్షేపాల సమీపంలో అంతర్భౌమ జలాలలో ఏర్పడిన కాపర్ నిక్షేప పరివేషాలు సాధారణంగా విచ్ఛిన్నంగా ఉంటాయి. బాగా ఛేదించబడిన నిమ్నోన్నత స్వరూపమున్న ప్రదేశాలలోను, అతివృష్టిగల ప్రదేశాలలోను అంతర్భౌమ జలాలలోని కాపర్ లోహపు విలువలు తగ్గుతాయి. నిక్షేపానికిగల దూరాన్ని బట్టి ఈ అంతర్భౌమ జలాలలోని కాపర్ విలువలు తగ్గుతూ, హెచ్చుతూ ఉంటాయి. ప్రవాహ నిరోధకాలున్న చోట ఈ విలువలు హెచ్చవుతాయి. ఉపరితలానికి సమీపంలో విక్షిప్త ఖనిజీకరణ మండల ముంటే అటువంటి ప్రదేశాలలోని అంతర్భౌమ జలాలు అధిక కాపర్ విలువలను చూపిస్తాయి. ఖనిజ నిక్షేపాలు చాలాలోతున ఉంటే ఈ విలువలు తక్కువగా ఉంటాయి. జలవినిమియాలు (Water exchanges) బాగావున్న ప్రదేశాలలో కాపర్ విలువలు నిక్షేపాలకు 500 మీటర్‌ల వరకు మాత్రమే సూచింపబడతాయి. భూభాగవు ఛేదన తక్కువగా ఉన్నట్లయితే ఈ కాపర్ విలువలు 1-1¼ కి.మీ. వరకు, కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో 5 కి.మీ. వరకు సూచింపబడతాయి. అంతర్భౌమ జలాలు చాలా నెమ్మదిగా రవాణాచేయబడే వాతావరణంలోను, ఎక్కువగా ఖనిజీకరణ చెందిన వాతావరణంలోను 500 మీటర్‌ల నుంచి 1000 మీటర్‌ల వరకు మాత్రమే ఈ లోహపు ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు. కాపర్ నిక్షేపాల పరిసర ప్రాంతాలలోని జలాలలో కాపర్‌తో బాటు జింక్, సిల్వర్, మోలిబ్డినమ్ కూడా అనుబంధంగా ఉంటాయి. కాపర్ నిక్షేపాల చుట్టూ జింక్ విశాలమైన పరివేషాలను ఏర్పరుస్తుంది. ప్రకృతి జలాలలోని కాపర్ విలువలనే కాకుండా వీటి ఆమ్లత్వాన్ని కూడా కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణకు సూచికగా తీసుకోవచ్చు. ఈ ఆమ్లత్వము సల్ఫైడ్ ఖనిజాలు ఆక్సీకరణ చెందినప్పుడు విడుదలైన "సల్ఫేట్" వల్ల కలుగుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో ఈ "సల్ఫేట్" పైరైట్ నిక్షేపాలను, వాటి మూలకంగా కాపర్ నిక్షేపాలను కనుక్కోవడానికి ఉపయోగపడుతుంది. కాని కాపర్ నిక్షేపపు ఉనికిని ఒక్క "సల్ఫేట్" విలువను బట్టే నిర్ణయించరాదు.

5

జీవ భూరసాయనిక విధానాలు

భూపటలం మీద పెరిగే ప్రతి మొక్క మృత్తిక పొరలోని లవణాల మీద, అందులోని నీరు, తేమమీదా, సూర్యరశ్మి, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, ఆక్సిజన్‌ల మీదా ఆధారపడి ఉంటుందనే విషయము మనందరికీ తెలిసినదే. ప్రతి చెట్టూ మృత్తిక పొరలోని లవణాలతోబాటు లోహాలను, వాటి సంయోగపదార్థాలను కూడా సేకరించుకొని వివిధ భాగాలలో కేంద్రీకరించు కొంటుంది. మొక్క వేర్వేరు భాగాలను పుటంబెట్టి దాని నుంచి వచ్చిన బూడిదను విశ్లేషించి కొన్నికొన్ని లోహాలను గుర్తించవచ్చు. ఈ విధంగా మొక్కల బూడిద లోని లోహాలకు ఆ మొక్కలు పెరుగుతున్న మృత్తికపొరలోని లోహాలకు చక్కటి సమన్వయాన్ని గుర్తించడం జరిగింది. ఇటువంటి సమన్వయాలను ఆధారంగా చేసుకొని జీవ భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణను ప్రారంభించడం జరిగింది. ఇది చాలా సులభమైన పద్ధతి. క్వాటర్నరీ మహాయుగపు అవక్షేప శిలలతోను, హెచ్చుమందపు మృత్తిక పొరలతోను, హిమానీనద నిక్షేపాలతోను కప్పబడిన ప్రదేశాలలో ఈ జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులు మిగిలిన పద్ధతుల కంటె ఎక్కువగా ఉపయోగపడతాయి.

సాధారణంగా ప్రతిమొక్కలోను మృత్తికపొరలోని లోహాలు కొంత శాతం కేంద్రీకరింపబడి ఉంటాయి. వీటిలో ఒకటిగాని, అంతకు ఎక్కువగాని లోహాలు ఎక్కువశాతంలో కేంద్రీకృతమై ఉంటే ఆ లోహనిక్షేపాలకు సూచనగా గ్రహించవచ్చు. జీవ భూరసాయనిక పద్ధతుల సహాయంతో కింది లోహాల నిక్షేపాలను వెదకవచ్చు. క్రోమియమ్, మాంగనీస్, ఐరన్, కోబాల్ట్, నికెల్, కాపర్, జింక్, మోలిబ్డినమ్, సిల్వర్, టిన్, టంగ్‌స్టన్, గోల్డ్, లెడ్ మెర్క్యూరీ, ప్లాటినమ్.

మనదేశంలో చిన్న చిన్న మొక్కలతో కప్పబడి ఉన్న మందమైన మృత్తిక పొరలు గల ప్రదేశాలలోను, అడవులలోను, దట్టమైన చెట్లతో కప్పబడి ఉన్న లోయలు, పర్వత చరియలు మొదలైన ప్రదేశాలలోను జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులద్వారా నిక్షేపాన్వేషణను కొనసాగించ వచ్చు. ఇవికాక మనదేశంలోని ఇసకతో

కప్పబడిన ప్రదేశాలలో కూడా ఈ పద్ధతులు ఎంతో ప్రయోజనకారిగా ఉంటాయి. ప్రఖ్యాత సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞుడైన వినగ్రాదవ్ పరిశోధనలు, పర్యావలోకనల ఫలితంగా లోహనిక్షేపాలను కనుక్కొనే లోతు-లోహాల ధర్మాలమీద ఆధారపడి ఉంటుంది అనితెలిసింది. ఈ విధంగా 50 మీటర్‌లలో ఉన్న కాపర్ నిక్షేపాలను, 30 మీటర్‌ల లోతునగల కోబాల్ట్, నికెల్, క్రోమియమ్, జింక్ ఖనిజాలను, 10 మీటర్‌ల లోతునగల ఆర్సెనిక్ ఖనిజాలను, 3 మీటర్‌ల లోతు గల మోలిబ్డనమ్ ఖనిజాలను కనుక్కోవచ్చు. ఈ నిక్షేపపు లోతుహద్దు ఖనిజ శైథిల్యం పైనా, వృక్షసంపద పైనా ఆధారపడి ఉంటుంది. అ. పా. వినగ్రాదవ్ పరిశోధనల దృష్ట్యా నిక్షేపణ మండలంలోని మొక్కల భాగాల బూడిదలో ఖనిజనిక్షేపణ లేని చోట్ల ఉన్న మొక్కల భాగాల బూడిదలో కంటే సుమారు నూరు రెట్ల లోహ కేంద్రీకరణ జరుగుతుందని తెలుస్తున్నది. ఈ వృద్ధి కనీసం పది రెట్లున్నప్పటికీ దీనిని ఖనిజనిక్షేపణకు సూచనగా తీసుకోవచ్చు. కింద చూపిన పట్టికలో వీరి పరిశోధనల ఫలితాలు కొన్నిటిని చూపినాము.

(శాతాలలో)

లోహము	ఖనిజీకరణ లేని చోట్ల ఉన్న మొక్కల బూడిద	ఖనిజీకరణ మండలంలోని మొక్కల బూడిద	కేంద్రీకరణ స్థాయి
V	$5X10^{-4}$	$1X10^{-2}$	20 రెట్లు
Cr	$5X10^{-4}$	$1X10^{-2}$	,,
Mn	$1X10^{-2}$	10	1000 రెట్లు
Co	$4X10^{-4}$	$5X10^{-2}$	10-100 ,,
Ni	$1X10^{-3}$	$1X10^{-2}$	10 ,,
Cu	$5X10^{-3}$	$1X10^{-1}$	100 ,,
Zu	$1X10^{-2}$	1X10	100 ,,
Mo	$5X10^{-4}$	$1X10^{-2}$	100 ,,
Pb	$1X10^{-4}$	$1X10^{-2}$	100 ,,
U	$1X10^{-6}$	$1X10^{-2}$	10,000 ,,

పైన ఉన్న మృత్తికపొర ఎంత పలచగావుంటే మొక్కలలో లోహ కేంద్రీకరణ అంత ఎక్కువగా ఉంటుంది. చెట్ల నిడివి, విస్తీర్ణాన్ని బట్టి కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో ఎన్నో కిలోమీటర్‌ల దూరానగల నిక్షేపాలను కూడా జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులద్వారా కనుక్కోవచ్చు.

ఆక్సీకరణ మండలంమీదగాని, ఖనిజనిక్షేపాల శైథిల్యమండలంమీద గాని మొక్కలుంటే ఆ ప్రాంతాలలో చేసే జీవ భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణ చాలా మంచి ఫలితాలనిస్తుంది. జీవభూరసాయనిక పద్ధతిలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపేటప్పుడు వివిధ ప్రాంతాలలోని ఒకే ఒకం మొక్కయొక్క ఏదైనా ఒక భాగం నమూనాగా తీసుకోవలె. ఉదాహరణకు ఒక ప్రాంతంలోని మొక్క ఆకులలో లోహకేంద్రీకరణ ఎక్కువగా ఉన్నదని గ్రహించినతరవాత ఆ నిక్షేపాన్వేషణకు వివిధప్రాంతాలనుంచి అదే రకపు మొక్క ఆకులను సేకరించవలె. లోహకేంద్రీకరణ మొక్కలోని ఏ భాగంలో అయితే ఎక్కువగా ఉంటుందో తెలుసుకొని నిక్షేపాన్వేషణకు అదేరకపు మొక్క అదే భాగాన్ని (ఆకు, వేరు, పువ్వు, కాయ, లేదా కొమ్మ) వివిధ ప్రాంతాలనుంచి సేకరించవలె. అటువంటి సందర్భాలలో మాత్రమే విశ్లేషణ ఫలితాలను పోల్చి చూసుకోవలసిఉంటుంది. నిక్షేపాన్వేషణకు వేళ్లు బాగా వృద్ధిపొందిన చిన్న మొక్కలను ఎంచుకొన్నట్లయితే ఫలితాలు విజయవంతంగా ఉంటాయి.

సులభ ద్రావణీయాలైన లోహసంయోగ పదార్థాలకు చలనశక్తి హెచ్చుగా ఉంటుంది. కనక ఇవి మొక్కల వివిధ భాగాలలో చాలా తొందరగా కేంద్రీకరింపబడతాయి.

నిక్షేపాన్వేషణ పద్ధతి

అన్వేషణ చేయదలచిన ప్రదేశంలో ఎక్కువభాగాన్ని ఆక్రమించుకొని ఉన్న ఒకజాతి మొక్కను ఎంచుకోవలె. ఆన్వేషణ ప్రారంభంలో ఈ మొక్క వివిధ భాగాలను - అంటే ఆకు, వేరు, పుష్పము, మొదలైనవి - విడివిడిగా సేకరించి వాటిని వేర్వేరుగా పుటంవేసి బూడిదచేయవలె. బూడిద చేసేటప్పుడు సులభ భాష్పశీల లోహమూలకాలు వాయురూపంలో పైకిపోకుండా జాగ్రత్త వహించవలె. ఈ విధంగా తయారయిన వేర్వేరు బూడిద భాగాలను సరిఅయిన పద్ధతి ద్వారా విశ్లేషణచేసి మనము వెదుకుతున్న నిక్షేపానికి సంబంధించిన ముఖ్యమైన, అనుబంధ మూలకాలు ఏభాగపు బూడిదలో ఎక్కువగా కేంద్రీకరింపబడి ఉన్నాయో తెలుసుకోవలె. తరువాత ఆ మొక్క ఆ భాగాన్ని అన్వేషణ ప్రాంతంలోని మొక్కలన్నింటినుంచీ సేకరించవలె. ఈ సేకరణ ఒక క్రమమైన గ్రిడ్ పద్ధతిలో జరిపితే ఫలితాలను విపులీకరించుకోవడానికి అవకాశము ఉంటుంది.

జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ సోవియట్ దేశంలోను, స్కాండినేవియన్ దేశాలలోను విరివిగా అమలులో ఉంది. ఈ సందర్భంలో ఆ దేశాలలోని పరిశోధనలను కొన్నింటిని ఉదాహరణలుగా తీసుకొందాము.

త్కాలిష్ అనే సోవియట్ శాస్త్రజ్ఞుడు జీవ భూరసాయనిక పద్ధతిద్వారా ఐరన్ కలిసి ఉన్న సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలను అన్వేషించినాడు (చాల్కొపైరైట్, ఆర్సినోపైరైట్ మొదలైనవి). అన్వేషణ ప్రాంతంలో గ్రిడ్ పద్ధతిలో మొక్కల ఆకులను సేకరించి వాటి బూడిదను విశ్లేషణచేసి అందులోని ఐరన్ ధాతువు యొక్క పరిమాణాన్నిబట్టి నిక్షేపపు ఉనికిని కనుక్కొన్నారు. ఈ పద్ధతి ఐరన్ కలిసి ఉన్న సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలనే కాకుండా, ఫెర్రూజినస్ శిలల ఉనికిని కనుక్కోవడానికి కూడా ఉపయోగపడుతుంది. ఫెర్రూజినస్ శిలలమీద సేకరించిన ఆకులలో ఐరన్ ధాతువు సుమారు ఆరురెట్లు ఎక్కువగా ఉంటుంది.

త్కాలిష్ ఉద్దేశంలో ఉపరితలపు మృత్తిక పొర 5 మీటర్లకు మించిన మందము ఉంటే ఆకుల బూడిదలో సూచనలు నిక్షేపాన్వేషణకు అనుకూలంగా ఉండవు. మన దేశంలో కూడా ఈ పద్ధతిని వాడుకలో పెట్టవచ్చు.

రంకామా (Rankama) చేసిన పరిశోధనల వల్ల ఈ జీవభూరసాయనిక పద్ధతులద్వారా హిమానీనద ప్రాంతాలలో కూడా నిక్షేపాన్వేషణ చేయవచ్చు. మన దేశంలో కాశ్మీర్ ప్రాంతాలలోను, హిమాలయ ప్రాంతాలలోను ఈ పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ చేయవచ్చు.

కొన్ని మొక్కల బూడిద సంఘటన ఒక్కొక్క ఋతువులో ఒక్కొక్క మాదిరిగా ఉంటుంది. దీనికి ఋతువుల ప్రభావమే కారణము. అందువల్ల నిక్షేపాన్వేషణ చేసేటప్పుడు ఒకే ఋతువులో సేకరించిన నమూనాలను మాత్రమే విశ్లేషించి పోల్చిచూసుకోవలె. ప్రదేశపు వాతావరణము, మృత్తిక పొర సంఘటన, PH, నేల సాంద్రత, మృత్తికలోని క్లేపొరలు-ఈ కారకాలన్నీ జీవ భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో ప్రాముఖ్యం వహిస్తాయి. మొక్క భాగంలోఉన్న లోహాలు ఆ ప్రాంతంలోని మృత్తికపొర సంఘటనకు ప్రతి రూపంగా భావించవలె.

మొక్కలలో కేంద్రీకృతమై ఉన్న నికెల్, కోబాల్ట్, క్రోమియమ్ లోహపు

విలువలు ఈ నిక్షేపాల ఉనికిని కనుక్కోవడానికి, నిక్షేపాల సరిహద్దులను ఏర్ప రచడానికి ఉపయోగపడతాయి.

సర్పెంటీన్ (Serpentine) శిలలమీద, అతిమౌలిక శిలలమీద ఉన్న మృత్తిక పొరలమీద మొక్కలలో కూడా వరసగా క్రోమియమ్, నికెల్ కేంద్రీ కృతమవుతాయి. అందువల్ల క్రోమియమ్, నికెల్ నిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు ఈ విషయాన్ని గుర్తుంచుకోవలె. మృత్తిక పొరలలోని లోహాలన్నీ మొక్కలలో కేంద్రీకృతంకావు. కేంద్రీకృతమైన లోహాలలో. కొన్ని హెచ్చు పరిమాణంలోను కొన్ని తక్కువ పరిమాణంలోను కేంద్రీకృతమవుతాయి. మృత్తికలో నికెల్, కోబాల్ట్ కాపర్ ఉన్నట్లయితే అక్కడి మొక్కలలో నికెల్ కంటె హెచ్చుగా కోబాల్ట్, కాపర్ కేంద్రీకృతమవుతాయి.

కాపర్: మొక్కలలోని కాపర్ విలువలకు, ఆ ప్రదేశంలోని నిర్మితులకు చాలాపోలికలున్నట్లు శాస్త్రజ్ఞుల పరిశోధనల మూలంగా తెలిసింది. కాపర్ నిక్షేపా లున్న శిలలమీద పెరుగుతున్న మొక్కలు నిక్షేపవు శిలలను బట్టి ఉంటాయి. కాపర్ నిక్షేపప్రదేశాలలో భ్రంశాలున్నట్లయితే ఈ భ్రంశాలు ఉపరితలం మీదనున్న చెట్లలో గమనీయమైన మార్పులను కలగజేస్తాయి. కొన్ని మొక్కలు ఆక్సీకరణ చెందిన కాపర్ నిక్షేపాలమీద మాత్రమే పెరిగి చుట్టూఉన్న ఇతర ప్రాంతాలలో పెరగవు. క్షారమృత్తిక మీద పెరిగే మొక్కలలో కాపర్ కేంద్రీకరణ తక్కువగా ఉంటుంది; ఎందువల్లనంటే క్షారవాతావరణంలో కాపర్ చలనము చాలాతక్కువ. బహులోహ నిక్షేపాలమీద పెరిగే మొక్కలలోని Cu, Zn నిష్పత్తి నిక్షేపవిహీన మృత్తికమీద పెరిగే మొక్కలలోని Cu,Zn నిష్పత్తి కంటె హెచ్చుగా ఉంటుంది. అందువల్ల ఈ నిష్పత్తిని బట్టి కాపర్ నిక్షేపాన్వేషణ చేయవచ్చు. జింక్, లెడ్ నిక్షేపాలపైనున్న మొక్కలలో లెడ్ కంటె జింక్ ఎక్కువగా కేంద్రీకృత మవుతుంది.

మోలిబ్డినమ్ మీద చేసిన పరిశోధనల ఫలితంగా, వినగ్రాదవ్ (1955) లెగుమినస్ (Leguminous) మొక్కలలో మోలిబ్డినమ్ కేంద్రీకృత మవుతుందని ఈ మొక్కలలోని మోలిబ్డినవు విలువలను ఆధారంగా చేసుకొని మోలిబ్డనం నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించ వచ్చునని అన్నారు. ఈ మొక్కలే కాకుండా కొన్ని కొన్ని వృక్షాలుకూడా ఈలోహాన్ని కేంద్రీకరించు కొంటాయి.

మోలిబ్డినం నిక్షేపాలు లేనిచోట్ల మొక్కలలో ఈ లోహము 0.00001% నుంచి 0.00005% వరకు ఉంటుంది. నిమ్నశ్రేణి (Lower-grade) నిక్షేపాలున్న చోట్ల ఈలోహపు విలువ 0.00025% వరకు పెరుగుతుంది. అధికశ్రేణి నిక్షేపాలవద్ద 0.004% నుంచి 0.006% వరకు మోలిబ్డినమ్ ఉంటుంది. నిక్షేపాలలో ఉన్న కాపర్ విలువ మొక్కలలో మోలిబ్డినపు కేంద్రీకరణమీద ఏమాత్రం ప్రభావం చూపదు. మృత్తికలో ఫాస్ఫేట్ ఉన్నట్లయితే మొక్కలలోకి మోలిబ్డినమ్ ఎక్కువగా చేరుతుంది. సల్ఫేట్ల విషయంలో దీనికి విరుద్ధంగా ఉంటుంది.

యురేనియ లోహంకోసం అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రాలలో జీవ భూరసాయనిక పద్ధతిలో అన్వేషణ జరపడం జరిగింది. అక్కడి పరిశోధనల ఫలితంగా శిలలలోని యురేనియమ్ ఖనిజ నిక్షేపాలకు ఉపరితలంమీది మొక్క భాగాలలోని యురేనియమ్ లోహపరిమాణాలకు ప్రత్యక్షానుబంధము ఉంది (Direct Relationship). యురేనియమ్ నిక్షేపాన్వేషణకు బాగా లోతుకు వేళ్లుపాతుకొని పోయిన పెద్దవృక్షాలు కూడావనికి వస్తాయి. ఈపద్ధతిని అమెరికాలో 25 మీటర్ల లోతున ఉన్న యురేనియమ్ నిక్షేపాల ఉనికిని కనుక్కొన్నారు. మొక్కలు పీల్చుకొనే యురేనియమ్ పరిమాణము అంతర్భౌమ జలాలలోని ఈలోహపు సాంద్రీకరణ మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. మనదేశంలోకూడా చాలా లోతువరకు వేళ్లను పంపిఉన్న పెద్ద పెద్ద వృక్షాలనే అన్వేషణకు నమూనాలుగా తీసుకొంటే మంచిది. యురేనియమ్ నిక్షేపాన్వేషణ ప్రారంభించే ముందు అక్కడి అవక్షేప శిలల నతి (Dip) దిశను చూసుకొని, అక్కడి అంతర్భౌమ జలాల ప్రవాహం ఏదిశలో ఉందో పరీక్షించవలె. అన్వేషణకు కావలసిన నమూనాలను నతి దిశకు అడ్డంగా తీసుకోవలె. ఒక్కొక్క గ్రిడ్‌నతికి అడ్డంగా ఉంటుంది.

(66, 67, 68 పేజీలలోని పటాలలోచూపించిన విధంగా.)

జీవభూరసాయనిక పద్ధతులు టంగ్‌స్టన్ గోల్డ్, అపురూపలోహాలు, బేరియమ్ మొదలైన లోహాల నిక్షేపాలను వెదకడానికి కూడా పనికి వస్తాయి. జీవభూరసాయనిక పద్ధతుద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ చేసేటప్పుడు మొదటి సర్వేక్షణలో మొక్కల నమూనాలను 75 మీటర్ల దూరాలలో తీసుకోవచ్చు. ఖనిజ నిక్షేపాలు బహిర్గతమైన సందర్భాలలోను, మొదటి సర్వేక్షణలో పరివేషాల తీరు అర్థమైన సందర్భాలలోను మొక్కల నమూనాలను 10 గాని, 15 గాని మీటర్ల దూరా

లలో తీసుకోవలె. వాలుకు అడ్డంగా మాత్రం ఈ దూరం 5 నుంచి 10 మీటర్ల వరకు ఏర్పరచుకోవలె.

జీవభూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో కింది విషయాలను బాగా గుర్తుంచుకోవలె.

(1) నిక్షేపాన్వేషణ జరిగే స్థలంలో ఒకేరకపు మొక్కలలోని ఒకే రకపు మొక్క భాగం బూడిదలను లోహపు పరిమాణాలను పోల్చిచూడవలె లోహకేంద్రీకరణ సాంవత్సరిక వృక్షాలలోకన్న (Annual plants) సర్వకాల వృక్షాల (Perennial Plants) లోను, కాండాలు, కొమ్మలలోకన్న వేళ్ళలోను, ముదురుకొమ్మలలో కన్న లేత కొమ్మలలోను, హెచ్చుగా ఉంటుంది.

(2) నిక్షేపాన్వేషణ జరిగే ప్రదేశము విశాలంగా ఉండి అందులో ఒకే రకపు మొక్క విస్తరించి ఉండనప్పుడు నమూనాలను వివిధ రకాల మొక్కల నుంచి కూడా సేకరించవచ్చు.

(3) ఎడారి ప్రాంతాలలో ఈ పద్ధతి ప్రకారం తక్కువ లోతులలో ఉన్న నిక్షేపాలను, అతివృష్టి ప్రాంతాలలో అంతకంటె హెచ్చులోతులలో ఉన్న నిక్షేపాలను, సాధారణ వర్షపాతపు ప్రదేశాలలో అంతకంటె హెచ్చులోతులలో ఉన్న నిక్షేపాల ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు. మంచుతో కప్పబడిన ప్రాంతాలలో నిక్షేపాలను కనుక్కొనేలోతు చాలా తక్కువ.

(4) జీవభూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణా పద్ధతిని విడిగా కాక మిగిలిన పద్ధతులతో బాటుగా వాడవలె. ఈ పద్ధతిలో ఋణాత్మక విలువలు (Negative Values) వచ్చినంత మాత్రాన నిక్షేపాన్వేషణను ఉపసంహరించుకోరాదు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో లోహయుతద్రావణాలు మొక్కల వేళ్ళను చేరుకోవడానికి వీలులేకుండ "క్లే" మండలం ఉన్నట్లు ఇటువంటి ఋణాత్మక విలువలు సూచించడం జరుగుతుంది.

5. బహిర్ ప్రదేశాలలో జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులు తదితర పద్ధతులకు సహాయకారులు మాత్రం గానే ఉంటాయి. కాని దట్టమైన అడవులతో కప్పబడిన ప్రాంతాలలో ఇతర భూరసాయనిక పద్ధతులు, భూభౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులు పనికిరాని కారణం వల్ల జీవ భూరసాయనిక పద్ధతులను నిక్షేపాన్వేషణకు ప్రథమ సోపానంగా భావించవచ్చు. ఎడారులలోను, విస్తృతమైన

మైదానాలలోను శిలాశైథిల్యావశిష్టాలతో కప్పబడిన ప్రాంతాలలోను ఈ పద్ధతులు విజయవంతమైన విలువలనిస్తాయి.

భూ-వృక్ష శాస్త్ర పద్ధతి (Geo-Botanical Method)

కొన్ని మొక్కలు ఒక రకమైన సంఘటన ఉన్న మృత్తిక మీద వృద్ధి చెందుతాయనే ధర్మం మీద భూ-వృక్షశాస్త్ర నిక్షేపాన్వేషణ పద్ధతి ఆధారపడి ఉంది. మొక్కలు జీవించడానికి, అభివృద్ధి చెందడానికి కొన్ని అప్రధాన మూలకాలే కాకుండా కొన్ని ముఖ్యమూలకాలు కూడా అవసరము (K, Ca, Mg, Na, P, S and C). ఈ మూలకాలు మొక్కల వేళ్ళ ద్వారా వివిధ భాగాలకు విస్తరించడం జరుగుతుంది. వీటిలో కొన్ని మూలకాలు మొక్కల పెరుగుదలకు తోడ్పడతాయి. మరికొన్ని ఈ పెరుగుదలను అరికడతాయి. కొన్ని అప్రధాన మూలకాలు మొక్కలకు ఉపయోగకారులుగా ఉంటాయి; మరికొన్ని వాటికి విషపూరితాలుగా ఉంటాయి. మృత్తిక పొరలలోని మూలకాలను పీల్చుకొని కేంద్రీకరించుకొనే శక్తి మొక్కలన్నింటికీ ఒకే ప్రమాణంలో ఉండదు. కొన్ని మొక్కలు కొన్ని మూలకాలను కేంద్రీకరించుకొంటాయి. మృత్తిక పొరలలో కొన్ని మూలకాలు సాధారణ పరిమాణంకంటె హెచ్చుగా ఉన్నట్లయితే మొక్కలలో ప్రయోజనకరమైన మార్పులుగాని, అప్రయోజనకరమైన మార్పులుగాని సంభవిస్తాయి. వీటివల్ల వచ్చే ఫలితాలు మొక్కల ఆకుల రంగులలోను, పువ్వుల తోను బాగా కనిపిస్తాయి. హానికరమైన మూలకాలు ఎక్కువ పాళ్లలో ఉన్న ప్రాంతాలలో కొన్నికొన్ని మొక్కలు పెరగవు. అందువల్ల అటు వంటి మూలకాలు కేంద్రీకరింపబడి ఉన్న నిక్షేపాలున్న చోట్ల ఖాళీ స్థలాలు కనిపిస్తాయి. కొన్ని సందర్భాలలో మొక్కల స్వరూపాత్మక లక్షణాలలో కొద్ది కొద్ది మార్పులు కనిపిస్తాయి. ఈ మార్పులు పత్రసాంద్రతలోను, పత్రవర్ణంలోను, పుష్పపరిమాణము, పర్ణాలలోను, పండ్లు, విత్తనాల ఉత్పత్తిలోను కనిపిస్తాయి. ఈ విధంగా కొన్ని మొక్కలు మాంగనీస్ మృత్తికమీద దట్టంగా పెరుగుతాయి. పువ్వులరంగు అధికంగా ఉంటుంది. కొన్ని పువ్వులరంగు తెలుపునుంచి గులాబీ రంగుకు మారుతుంది. కొన్ని మొక్కల ఆకుల ఆకారం మారుతుంది. కొన్నికొన్ని మొక్కలను ఆ ప్రాంతాల మృత్తిక సంఘటనకు, భూస్వరూపానికి సూచనలుగా తీసుకోవచ్చు.

భూ—వృక్షశాస్త్రపద్ధతి సహాయంతో నిక్షేపాన్వేషణ జరపడానికి ప్రాంతీయ పరిస్థితులలో ఏవి మొక్కలు ఎటువంటి మృత్తికమీద పెరుగుతాయో, ఏ మొక్కలు ఏవి మూలకాలను కేంద్రీకరించుకొంటాయో తెలుసుకోవాలె. మొక్కలలో మార్పులు (హానికరమైనవిగాని, ఉపయోగకరమైనవిగాని) తీసుకొని రాగల లోహమూలకాలు జింక్, కాపర్, ఐరన్, మాంగనీస్, లెడ్, లిథియం, అల్యూమినియమ్, మోలిబ్డినమ్, యురేనియమ్, థోరియమ్ మొక్కలలో విపరీతమైన మార్పులను కలగజేస్తాయి. వీటివల్ల మరుగుజ్జు మొక్కలు; అతినిడివి గల మొక్కలు కూడా పెరుగుతాయి. బోరాన్, సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలు ఎక్కువగా ఉన్న మృత్తికమీద వృక్ష సంపద పెరగకుండా నగ్న ప్రదేశాలు ఏర్పడతాయి. కాపర్ ఎక్కువగా ఉన్న మృత్తికమీద చెట్లుగాకుండా పొదలు మాత్రమే పెరగవచ్చు.

సోవియట్ దేశంలోని అల్టాయ్ పర్వత శ్రేణులలో ఖనిజీకృతమై ఉన్న ప్రదేశాలలో **Gypsophila patrini** అనే "గడ్డిమొక్క" కాపర్ ఖనిజ మండలంతో చాలా సన్నిహితంగా ఉంటుంది. ఈ మొక్క కాపర్ ఖనిజీకరణ జరిగిన మండలం మీదనే పెరుగుతున్నట్లు పరిశోధనలో కనుక్కోవడం జరిగింది. అక్కడి పరిశోధనలను బట్టి ఈ మొక్క పెరుగుదలకు, మృత్తికలోగాని ఆధార శిలలలోగాని ఉన్న కాపర్ పరిమాణానికి చాలా సన్నిహిత సంబంధమున్నది. ఈ మొక్క విస్తారంగా పెరిగే చోట్ల ఆధార శిలలలోని కాపర్ విలువ 0.1 నుంచి 3.0 శాతం వరకు ఉంది.

ఈ విధంగా ఖనిజీకృత మండలానికి సూచికగా పనికివచ్చే వేరొక మొక్క **Astralagus**. కొలొరెడో పీఠభూమి మీద ఉన్న యురేనియమ్ ఇసుక రాళ్ళకు ఈ మొక్క సూచికగా ఉపయోగపడింది. దీని వేళ్ళు భూమిలో 10 మీటర్ల వరకు వ్యాప్తి చెందడంవల్ల 25 మీటర్ల లోతున ఉన్న ఖనిజ మండలాన్ని కూడా ఈ మొక్క సూచిస్తుంది. ఈ మొక్కలో సెలీనియమ్ చాలా హెచ్చుపాళ్ళలో ఉంటుంది. యురేనియం ఖనిజంలోని సెలీనియ పరిమాణాన్ని బట్టి ఈ మొక్క విస్తరించబడి ఉంటుంది. కార్నొటైట్ వున్న ప్రదేశాలలో సెలీనియమ్, సల్ఫర్, ఇవి రెండూ వున్న ప్రదేశాలలో యురేనియమ్ ఈ మొక్కలో చాలా సులభంగా ప్రవేశిస్తాయి. సల్ఫర్, కాల్సియమ్‌లను పీల్చుకొనే మొక్కలుకూడా యురేనియమ్ ఖనిజమండలానికి సూచికలుగా ఎన్నుకోవచ్చు. యురేనియమ్ ఖనిజాన్వేషణలోని విజయవంతమైన ఫలితాలు ఖనిజీకృత

మండలపు లోతునుబట్టి మొక్కలకు అవసరమైన సెలీనియమ్, సల్ఫర్‌ల ఉనికిని బట్టి ఉంటాయి. తక్కువ సెలీనియమ్ పరిమాణంతో ఉన్న యురేనియమ్ ఖనిజాలనుంచి యురేనియమ్‌ను సంగ్రహించే మొక్కలు కూడా ఉన్నాయి. మన దేశ వాతావరణంలో ఏ మొక్కలు యురేనియమ్ ఖనిజాలకు సూచికలుగా పనికి వస్తాయో ఎంచుకోవలె. సూచిక మొక్కలను (Indicator plants) మామూలుగా గాని ఎయిరియల్ ఫోటోగ్రాఫ్‌ల సహాయంతోగాని మానచిత్రీకరణ చేయవచ్చు. ఈ విధమైన నిక్షేపాన్వేషణకు ముందుగా ఆ ప్రదేశంలోని ఆధార శిలల వైఖరి, విసరాలతీరు, అంతర్భూమ జలాల ప్రవాహదిశ, వళులరీతులు తదితర నైసర్గిక స్వరూప, భూవిజ్ఞాన రూపురేఖలను అర్థం చేసుకోవలె.

లిలియేసియా, క్రూసికేసియా, పోలిగోనేసియా కుటుంబాలకు చెందిన కొన్ని మొక్కలు జిప్సమ్ నిక్షేపాల ఉనికికి సూచికలుగా తీసుకోవచ్చు. భూవిజ్ఞాన-వృక్షశాస్త్రపద్ధతులను నిక్షేపాన్వేషణకేకాకుండా, శిలలరకాలను, అంతర్భూమజల మండలాలను, లవణ మండలాలను, లవణకలశాలను, బైటుమిన్ ఎక్కువగా ఉన్న స్థలాలను గుర్తించడానికి ఉపయోగిస్తున్నారు, అంతర్భూమ జలప్రవాహాలను కనుక్కోవటానికి, అందుమూలంగా జల భూరసాయనిక పద్ధతులను ఉపయోగంలో పెట్టటానికి ఈ పద్ధతి చాలా సహాయకారి. భూవిజ్ఞాన వృక్షశాస్త్ర పద్ధతులు ఎయిరియల్ ఫోటోల విశదీకరణతో జతపరచ వలసి ఉంటుంది. ఈ విధంగా చేస్తే భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞునికి నిక్షేపాన్వేషణ ఏదిశలో ప్రారంభించవలెనో తెలుస్తుంది. ఈ పద్ధతిలోని విశిష్టత కంటితో చూడగానే నిక్షేపం స్వభావం-తెలుస్తుంది. ఇందులోని లోపము—ఇది ఖనిజీకృతమండలాలను ప్రత్యక్షంగా చూపదు. దట్టమైన అటవీప్రదేశాలలోను, హెచ్చునిమ్నోన్నతాలున్న ప్రదేశాలలోను ఈ పద్ధతి చాలా అవసరము. ఈ సర్వేక్షణ ద్వారా అటువంటి ప్రదేశాలలోని కొన్ని ప్రాంతాలను భూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణకు ఎన్నిక చేసుకోవచ్చు. మన దేశంలో చాలా ప్రదేశాలు దట్టమైన అడవులతో కప్పబడిఉన్నాయి. మనకు బాగా తెలిసిన నిక్షేపాలమీద ఎటువంటి మొక్కలు పెరుగుతున్నాయో తెలుసుకొని ఇతర ప్రాంతాలలో ఈ సూచిక మొక్కలను వెదికి తరవాత భూవిజ్ఞాన సర్వేక్షణగాని లేదా భూవిజ్ఞాన రసాయనిక సర్వేక్షణగాని జరిపించవలె. తగిన శ్రద్ధ తీసుకొని పరిశోధనలు జరిపినట్లయితే వివిధ నిక్షేపాన్వేషణకు సూచికలుగా పనికి వచ్చే మొక్కలను గుర్తించవచ్చు.

భూరసాయనిక సర్వేక్షణ -

శాస్త్ర పురోగతినిబట్టి సర్వేక్షణ పద్ధతులలో అనేక రకాలయిన మార్పులు వచ్చినాయి. భూరసాయనిక సర్వేక్షణ గురించి చాలాకాలం క్రితం ప్రారంభం జరిగినప్పటికీ ఇటీవలే ఈ పద్ధతి ఎక్కువ అమలులోకి రావడానికి కొన్ని కారణా లున్నాయి. నిక్షేపావసరాలు ఎక్కువ కావడం ముఖ్యకారణము. బహిర్గతాలులేని ప్రదేశాలలో నిక్షేపాన్వేషణ ఈ పద్ధతి మూలంగా జరిపించగలగడం రెండవ కారణము. శాస్త్ర పురోగతి మూడవ కారణము. భూరసాయనిక మానచిత్రీకరణను ఈ కింది శిలలలో మూలకాల విస్తరణను గురించి తయారు చేయవచ్చు.

(1) ఆధారశిలలు—అగ్నిశిలలు, రూపాంతరప్రాప్త శిలలు
(2) వివిధ యుగాల అవక్షేపశిలలు
(3) వివిధ రకాల విరూపకారక నిర్మితులు
(4) క్వాటర్నరీ అవక్షేపాలు
(5) వివిధ రకాల శిలల కలయిక
(6) జలసమూహాలు లేదా ప్రవాహాలు

భూరసాయనిక మానచిత్రాన్ని తయారు చేసేటప్పుడు ముఖ్య మూలకాల విస్తరణను, అనుబంధ మూలకాల విస్తరణను, ఖనిజీకృత నిర్మితులతో సంబంధాలున్న కొన్ని మూలకాల సమూహాలను చిత్రీకరించవచ్చు. భూరసాయనిక మానచిత్రాలలో మూలకాల ఉనికే కాకుండా వాటి పరిమాణాలను కూడా సూచించవచ్చు.

సర్వేక్షణ ఏ స్కేల్‌లో చేయవలసిందీ మన ధ్యేయాలనుబట్టి, ఖనిజీకృత మండలపు వైశాల్యాన్నిబట్టి ఉంటుంది. ఖనిజీకృతమండలము ఎక్కువగా ఉండి శిలలతో చాలా సన్నిహితంగా ఉంటే చాలా చిన్న స్కేల్‌లో సర్వేక్షణ జరపించవలె. భూరసాయనిక సర్వేక్షణ ఫలితాలను, భూభౌతిక సర్వేక్షణ ఫలితాలతో కలిపి అర్థం చేసుకుంటే చాలా ఉపయోగపడుతుంది. ఉదాహరణకు నికెల్ నిక్షేపాన్వేషణలో ఈ రెండురకాల పరిశోధనలు ఉపయోగపడతాయి. ఇదేవిధంగా గ్రాఫైట్ నిక్షేపాన్వేషణలో భూరసాయనిక పద్ధతులు, విద్యుత్ పద్ధతులు ఉపయోగపడతాయి. భూ భౌతిక సర్వేక్షణలో సరిహద్దులను నిర్ణయించుకొన్న బహువిధ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలను భూరసాయనిక పద్ధతులద్వారా పరిశోధించేటప్పుడు పరిశోధన పరిధిని, మనము ఎంచుకునే నమూనాలను తగ్గించుకోవచ్చు.

6

భూ భౌతిక శాస్త్ర విధానాలు

శిలలుగాని, ఖనిజసముదాయాలుగాని బహిర్గత మయినప్పుడు మాత్రమే భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతుల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరపవచ్చు. శిలా బహిర్గతాలు అన్ని వేళలందూ భూమిలోపల గుప్తంగా ఉన్న నిక్షేపాలకు ఆధారాలను ఇవ్వ లేక పోవచ్చు. భూవిజ్ఞాన, శాస్త్రాల ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ ఇప్పటికే చాలా హెచ్చు స్థాయిలో జరిగినందువల్ల భూమి అంతర్భాగంలో గుప్తంగాఉన్న నిక్షేపాలను బహిర్గత శిలల అవసరం లేకుండా కనుక్కో గలగడం చాలా ముఖ్యమని ఋజువయింది. దీనికి సహాయంగా భూభౌతిక శాస్త్రం అభివృద్ధి చెందింది. కాల క్రమేణా భూభౌతిక శాస్త్ర పద్ధతుల ద్వారా శిలల ఉనికిని వాటి వివిధ భౌతిక ధర్మాలను బట్టి కనుక్కోవడం మొదలుపెట్టినారు. భౌతిక శాస్త్ర సూత్రాలను భౌమ పరీక్షకు అన్వయించుకోవడమే భూ భౌతిక శాస్త్రానికి నాంది.

ధాతురాశులకు (Ore Bodies), శిలలకు వాటి భౌతిక ధర్మాలలో ఎంతో తేడా ఉంటుంది. ఈ భౌతిక ధర్మాలలోని భేదాలను భౌతిక పరికరాల ద్వారా గుర్తించి ఖనిజాల ఉనికిని తెలుసుకోవచ్చు. ఏదైనా ఒక ప్రదేశంలో శిలల భౌతిక ధర్మాలను కనుక్కొన్నప్పుడు ఆ భౌతిక ధర్మాలు ఆ శిలలవేనా? లేదా ఖనిజాలకు సంబంధించినవా? అని మనము నిర్ణయించుకొన్నట్లయితే ఈ విజ్ఞానము ఖనిజాల ఉనికికి దారి తీస్తుంది. ఈ విధంగానే భూమి అంతర్భాగంలో మరుగునపడి ఉన్న అవనతులు, అభినతులు, భ్రంశాలు, లవణ కలశాలు, ఖనిజ రాశులు మొదలైన వాటిని భౌతిక పరికరాలద్వారా కనుక్కోవచ్చు. పైన చెప్పిన రూపురేఖలు తైలాన్వేషణ, ఖనిజాన్వేషణ సమస్యలకు అన్వయించి ఉంటాయని మన కందరకూ తెలిసినదే.

శిలల భౌతిక ధర్మాలను బట్టి, మనము వెదికే ఖనిజాలను బట్టి ఏరకపు భూ భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతి ద్వారా అన్వేషణ సాగించవలెనో నిర్ణయించ వలసి ఉంటుంది. భూ భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులు భూమి ఉపరితలం మీద, భూమికి

కొంత ఎత్తునుంచీ, బోర్‌హోల్‌లలోను ప్రయోగించవచ్చు. భూ భౌతిక శాస్త్రి పద్ధతులద్వారా ఖనిజాన్వేషణను చదునుగా ఉన్న ప్రదేశంలోగాని లేదా కొద్దిపాటి ఎత్తుపల్లాలు గల ప్రదేశాలలోగాని సులభంగా సాగించవచ్చు. ఎత్తుపల్లాలు ఎక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాలలో ఈ పద్ధతులద్వారా ఖనిజాన్వేషణ కొంచెం కష్టంగా ఉంటుంది. ఉపరిస్థితభారము (over burden) తక్కువగా ఉన్న ప్రదేశాలలో ఈ పద్ధతుల ద్వారా ఖనిజాన్వేషణ సులభసాధ్యంగా ఉంటుంది. అందువల్ల భూ భౌతిక శాస్త్రి పద్ధతుల ద్వారా ఖనిజాన్వేషణ జరిపించినప్పుడు వచ్చిన ఫలితాలను ఒకేరీతిగా వివరించకుండా ఆయా ప్రదేశాలలోని విభిన్న రూపురేఖలను బట్టి విపరణ చేయవలసి ఉంటుంది. భూ భౌతిక శాస్త్రి పద్ధతులద్వారా సేకరించిన ఫలితాలను భూవిజ్ఞాన శాస్త్రి పద్ధతుల ద్వారా సేకరించిన ఫలితాలతో జోడించి వివరణ చేసినట్లయితే ఖనిజాల ఉనికిని కనుక్కోవడం మరింత సులభసాధ్య మవుతుంది.

భూభౌతిక శాస్త్రపద్ధతులు ఎనిమిది విధాలు:

(1) అయస్కాంత పద్ధతులు, (2) గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు (3) విద్యుత్ పద్ధతులు (4) విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు, (5) కంపన పద్ధతులు (6) రేడియో ధార్మిక పద్ధతులు, (7) ఎయిర్‌బోర్న్ భూ భౌతిక శాస్త్ర పద్ధతులు (8) రిమోట్ సెన్సింగ్ (remote sensing)

(1) అయస్కాంత పద్ధతులు :— శిలలోని అయస్కాంతత్వపు మార్పుల వల్ల ఏర్పడిన స్థానిక భూ అయస్కాంతశక్తిలోని అసంగతాలను కచ్చితంగా కొలవడం మీద ఈ పద్ధతి ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ పద్ధతులు అయస్కాంతత్వమున్న ఖనిజాలకు మాత్రమే పనికివస్తాయి. మాగ్నటైట్, (క్రోమైట్, నికెల్), కోబాల్ట్ ఖనిజాలు, పిర్హొటైట్, పైరైట్ మొదలైన అయస్కాంతత్వమున్న ఖనిజాలను కనుక్కోవడానికి ఈ పద్ధతులు ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నాయి. "మాగ్నటైట్ అంశ"గాని, "క్రోమైట్ అంశ"గాని ఉన్న శిలలన్నీ అత్యధిక అయస్కాంతత్వముకలవి. సాధారణంగా అవక్షేపశిలలు అల్ప అయస్కాంతత్వాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వివిధ అయస్కాంత శక్తులనుబట్టి భూ అంతర్భాగంలో ఏ ఏ రకాలయిన శిలలున్నాయో తెలుసుకోవచ్చు. ఐరన్ ధాతువులు-

ముఖ్యంగా మాగ్నటైట్, పైరైట్ ఉన్న శిలలకు అయస్కాంతత్వము మిగిలిన శిలలకంటె ఎక్కువగా ఉంటుంది.

పురా అయస్కాంతత్వ పరిశోధనలనుంచి అగ్నిశిలలకు, అవక్షేప శిలలకు కూడా వివిధ దశలలో శాశ్వత అయస్కాంతత్వము ఉంటుందని ఇటీవల ఋజువయింది. ఈ శత్వత అయస్కాంతత్వపు దిశ ఆ ప్రాంతం ప్రస్తుత అయస్కాంత క్షేత్రదిశకు భిన్నంగా ఉంటుంది. ఈ శాశ్వత అయస్కాంతత్వము శిలలు చల్లబడేటప్పుడు పొందిన ఉష్ణశేష అయస్కాంతత్వమని దాని దిశ ఆ శిలలు చల్లబడేటప్పుడున్న భూ అయస్కాంత క్షేత్రపు దిశ అని నిర్ధారణ జరిగింది. చాలామటుకు అగ్నిశిలలలోని శాశ్వత అయస్కాంతత్వము భూ అయస్కాంత క్షేత్రపు శక్తి నిమించి ఉంటుంది. అందువల్ల అయస్కాంత పద్ధతిలో ఖనిజాన్వేషణ సాగించే స్థలాలలోని అయస్కాంత అసంగతాలను వివరణ చేసేటప్పుడు ఆ స్థలాలలోని శాశ్వత అయస్కాంతత్వాన్ని మరవకూడదు. లేకపోతే ఫలితాలు పక్కదారులుతీస్తాయి. ఈ విధంగా అగ్నిశిలలలో మాగ్నటైట్ నిక్షేపాలను వెదికేటప్పుడు ఇటువంటి జాగ్రత్త వహించవలె.

ఏ ప్రదేశంలోనయినా భూ అయస్కాంత క్షేత్రంలోని అయస్కాంతవు అసంగతాలను గుర్తుపట్టవలెనంటే భూ క్షేత్రంయొక్క నిశ్చల గుణాన్ని కనుక్కోవలె. ఈ భూక్షేత్రము ఏ ఒక్క ప్రదేశంలో కూడా స్థిరాంకంగా ఉండకుండా మార్పులు చెందుతూ ఉంటుంది. ఇటువంటి మార్పులలో దైనిక సంబంధమయినవి, అయస్కాంతపు తుఫానులకు సంబంధించినవి ముఖ్యమైనవి. అయస్కాంత సర్వేక్షణల ఫలితాలలో ఇటువంటి మార్పులవల్ల కలిగే ప్రభావాల్ని తొలగించవలె.

అయస్కాంత మాపనలు తీసుకొనేటప్పుడు ముందుగా ఎంచుకొన్న అనుకూలమైన ఆధారస్థలాలలోని అయస్కాంతపు విలువలకు ఈ విలువలకు గల భేదాలుగా వివరించడం జరుగుతుంది. ఖనిజాన్వేషణకు ఎన్ను కొన్న స్థలం చాలా చిన్నది అయినప్పుడు, ఆ స్థలంలోని భూ అయస్కాంత క్షేత్రము స్థిరాంకంగా భావించబడి ఆధార స్థలపు విలువకు సమానమయినదిగా ఊహించడం జరుగుతుంది. ఖనిజాన్వేషణ కొనసాగించే స్థలము చాలా విశాలమైనదయినట్లయితే భూ అయస్కాంత క్షేత్రంలోని మార్పు ఎక్కువగా ఉంటుంది. అటువంటి సందర్భాలలో దీనికి సవరణ అవసరము.

అయస్కాంతత్వాన్ని మాపనం చేయడానికి వివిధరకాలయిన పరికరాలు ఉన్నాయి. అవి (1) పివాటెడ్ నీడిల్ పరికరాలు (Pivoted needle Instruments,) (2)వేరియోమీటర్‌లు (Variometers,) (3)ఫ్లక్స్-గేట్ పరికరాలు (Flux-gate Instruments), (4) ప్రోటాన్ ప్రిసెషన్ మాగ్నెటోమీటర్ (Proto-Precession magnetometer). వీటిలో వేరియోమీటర్‌ల సహాయంతో తీసుకొన్న మాపకాలలో కచ్చితత్వము ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఫ్లక్స్-గేట్, ప్రోటాన్ మాగ్నెటోమీటర్‌లను ఉపయోగించి బోర్‌హోల్‌లలోను, సీటిలోను, విమాన మార్గంలోను కూడా మాపనలుతీసుకోవచ్చు.

ఏ ప్రదేశంలోనయినా భూ అయస్కాంత క్షేత్రము ఆ ప్రదేశపు అయస్కాంత క్షితిజసమాంతర H (Horizontal), క్షితిజలంబ Z, అంశాల పైన, D అపనతి, (Declination) మీదా ఆధారపడి ఉంటుంది. భూ అయస్కాంతత్వము స్థిరాంకం కాదు. దైనిక మార్పులనుబట్టి, అయస్కాంతపు తుఫానులను బట్టి, అది మార్పుచెందుతుంది.

అయస్కాంతపు అసంగతాల మాపనము

అంతర్భౌమ స్వరూపం కొలతలలోను, అయస్కాంత గుణాలలోను వచ్చే మార్పులవల్ల మార్పుచెందని అయస్కాంతమూలకము ఆక్షేత్రందిశ. అందువల్ల దీనినికచ్చితమైన ఫలితాలు కావలసిన సందర్భాలలో ఉపయోగించరు. మిగిలిన అయస్కాంతమూలకాలలో—అంటే H,Z, F లలో ఏ ఒక్కటి అయినాగాని అంతకు ఎక్కువ గాని మూలకాలను ఎన్నుకొని వాటి తాలుకు అనంగతాలను, $\triangle H$, $\triangle Z$, $\triangle F$ మాపనం చేయవచ్చు. (F-శాశ్వత అయస్కాంత క్షేత్రము) $\triangle F$ అనేది శాశ్వత అయస్కాంత క్షేత్రదిశకు కూడా సంబంధించి ఉంటుంది. కనక ఈ అసంగతాల మాపనము కష్టమైనది. $\triangle H$, $\triangle Z$ మాపకాలలో రెండవది అనుకూలమైనది. ఎందువల్లనంటే భూమి అంతర్భాగంలో ఎటువంటి శిలలు, ఖనిజాలు ఉన్నాయో తెలుసుకోవడానికి $\triangle H$,కంటే $\triangle Z$ ఎక్కువ సహాయకారి అవుతుంది. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో ఈ రెండింటిని మాపనం చేస్తారు.

క్షేత్రపద్ధతి

అయస్కాంత పరిశోధనకు ఏదైనా ఒక ప్రదేశాన్ని ఎన్నుకొన్న తరవాత

అందులోని శిలల అనుదైర్ఘ్యానికి సమాంతరంగా ఆధార రేఖను తీసుకోవలె. ఈ ఆధారానికి లంబదిశలో క్రమమైన అంతరాలలో తీసుకొన్న రేఖలగుండా మాపనాలు చేయవలె. కృత్రిమ విక్షోభాలు కలగజేసే విద్యుత్‌తీగలు మొదలైన వాటికి వీలయినంత దూరంలో ఒక నిర్దేశకస్థానాన్ని ఎన్నిక చేసుకొని ఆ ప్రదేశం లోని అయస్కాంత మాపనలు నిర్దేశకస్థానం వద్దనున్న అయస్కాంత శక్తి కి ఋణభేదాలుగా గాని, ధనభేదాలుగా గాని మాపనం చేసుకోవలె. అయస్కాంత సర్వేక్షణచేసే ప్రదేశానికి అవల గాని, ఆ ప్రదేశంలో గాని నిర్దేశక స్థానాన్ని (Reference Point) ఎన్నుకోవచ్చు. ప్రదేశానికి దగ్గరగా గాని, ప్రదేశంలో గాని అయస్కాంత క్షేత్రము సామాన్యంగా ఉన్నచోట ఈ నిర్దేశకస్థానాన్ని ఎన్నుకొంటే చాల సుకరము.

అయస్కాంత మాపనలు చేసేటప్పుడు కొన్ని జాగ్రత్తలు తీసుకోవలె. ఖనిజాన్వేషకుని వద్ద అయస్కాంత వస్తువులు ఉండరాదు. మోటార్‌లు, పనికిరాని ఇనప సామాను, రైల్వేలైనులు, వంతెనలు మొదలైన వానివద్ద మాపనలు తీసుకోరాదు. భూ క్షేత్రంలోని దైనిక మార్పులు మరొక పరికరం సహాయంతో గమనిస్తూ అయస్కాంత మాపనల విలువలలో తగిన సవరణలు చేసుకోవలె. ఉష్ణోగ్రతలోని మార్పులకు, భూభాగపు నిమ్నోన్నతాలకు కూడా సవరణలు చేసుకోవలె. ఏ ప్రదేశంలో నయినా అసంగతాలను మాపనం చేసేటప్పుడు గమనించవలసిన ముఖ్య విషయము- శూన్యస్థానం (Zero point) - అంటే ఎక్కడైతే అయస్కాంత క్షేత్రము సాధారణమైన సంక్షోభ రహితమైన భూ అయస్కాంత క్షేత్రంగా ఉంటుందో అక్కడ పరికరాలు సూచించిన విలువ అన్నమాట. ఒక ప్రదేశంలో ఈ శూన్యస్థానం చాలాభాగం స్థిరాంకంగా ఉన్నట్లయితే అక్కడి అయస్కాంత మాపనలన్నీ ఈ శూన్యస్థానానికి అన్వయిస్తూ అసంగతాల విలువలను తీసుకోవచ్చు. ప్రాంతీయ అసంగత ప్రవణతలు, భూభాగ లక్షణాలు, వివిధ అయస్కాంత శక్తులున్న శిలల స్పర్శలు ఒకే శూన్యస్థానాన్ని నిర్దేశకంగా ఉంచుకోవడానికి వీలుపడనీయవు.

ΔZ, ΔH విలువల సమోన్నత రేఖల కేంద్రీకరణ, వికేంద్రీకరణలను బట్టి భూ అంతర్భాగంలోని శిలల అయస్కాంత గుణాలు, వాటిని బట్టి శిలల స్వభావము కనుక్కోవచ్చు. భౌమ శిలా విన్యాస పరిజ్ఞానంతోబాటు అయస్కాంత అసంగతాలను కలిపి వివరణచేస్తే ఫలితాలు ఖనిజాన్వేషణను సులభ

తరం చేస్తాయి. అయస్కాంత సర్వేక్షణతో మాగ్నటైట్ క్రోమైట్, సల్ఫైడ్ ఖనిజాల ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు

నిర్దేశకస్థానానికి, పరిశీలనస్థానానికి మధ్యగల గురుత్వాకర్షణలోని భేదాలు (Δg) ఆధారంగా తీసుకొని భూ అంతర్భాగంలోని నిర్మితులను కనుక్కోవచ్చు. గురుత్వాకర్షణ అసంగతాలు చాలా తక్కువ విలువలతో ఉంటాయి. కాబట్టి వీటిని మాపనం చేసేపరికరాలు గ్రావిమీటర్‌లు (Gravimeters) చాలా సున్నితమైనవిగా ఉంటాయి. ఈ గ్రావిమీటర్‌లు (1) నిశ్చలమైనవి (2) అనిశ్చలమైనవి అని రెండు రకాలు.

గురుత్వాకర్షణ విలువలను గ్రావిమీటర్‌ల సహాయంతో మాపనం చేసే ముందు నిర్ణీతప్రదేశాన్ని చదరపు గ్రిడ్‌గా భాగించవలె. అన్వేషింపబడే ధాతువును బట్టి ఈ గ్రిడ్ అంతరాలు ఏర్పరుచుకోవచ్చు. తైలాన్వేషణకు 0.5 కి. మీ నుంచి 1 కి.మీ. వరకు గ్రిడ్ అంతరము ఉండవచ్చు. ధాతు ఖనిజాన్వేషణలో అంతరపు విలువ 10 నుంచి 50 మీటర్‌ల వరకు ఉండవలె. ఇంతకు మించరాదు. గ్రావిమీటర్‌లను నెలకొల్పిన స్టేషన్‌ల భౌగోళిక స్థానాలను, వాటి ఎత్తులను కచ్చితంగా తెలుసుకోవలె. అప్పుడే గ్రావిమీటర్‌లతో కనుక్కొన్న విలువలను ప్రమాణ నిర్దేశక పరిస్థితులకు తగ్గించుకోవడానికి వీలవుతుంది. గురుత్వాకర్షణపై రేఖాంశము, ఎత్తు, ప్రదేశాలలో ఉన్న శిలావిన్యాసాలు, స్థలాకృతి, సూర్య చంద్రుల ఆకర్షణ తమ ప్రభావాన్ని చూపిస్తాయి. అందువల్ల గురుత్వాకర్షణ అసంగతాలను అర్థంచేసుకొనే ముందు ఈ పైన పేర్కొన్న వాటికి సవరణలు చేసుకోవలె.

గురుత్వాకర్షణ అసంగతాలను వివరణ చేసుకొనేటప్పుడు ఆ స్థలంలోని శిలా సాంద్రతలను ప్రయోగశాల పద్ధతులతోను, క్షేత్ర పద్ధతులతోను, కనుక్కోవలె. వివిధ రకాలయిన నిర్మితులు ఏ విధమయిన గురుత్వాకర్షణ అసంగతాలను సూచిస్తాయో ముందుగానే తెలుసుకోవలె. శిలలలోని కొద్దిపాటి తేడాలవల్ల కలిగే అసంగతాలను బట్టి శిలలలోని మార్పులను, దానికి సంబంధించిన ఖనిజ విశేషాలను గుర్తుపట్టవచ్చు. ముందుగానే తెలుసుకొని ఉంచుకొన్న గురుత్వాకర్షణ అసంగతాలను బట్టి అటువంటి మార్పులను సూచించే శిలలు ఏ ఆకారంలో (గోళాకారము, క్షితిజ

సమాంతరంగా ఉన్న స్తంభాకారము, దీర్ఘచతురస్రము మొదలైనవి) ఉన్నాయో తెలుసుకోవచ్చు. క్రమరహితమైన ఆకారంలో ఉన్న శిలల ఉనికిని తెలుసుకోవ డానికి రేఖాచిత్ర పద్ధతులెన్నో ఉన్నాయి.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతిలో మనము భూమిపైన ఏదైనా ఒక ప్రదేశంలో గురుత్వాకర్షణ ఎంతో తెలుసుకొని దానిని బట్టి భూ అంతర్భాగంలో ఏవిధమైన శిల ఎటువంటి రూపంలో ఉందో కనుక్కోవడం సాధ్యమవుతుంది.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతుల వల్లను, అయస్కాంత పద్ధతుల వల్లను సేక రించిన సమాచారం వల్ల మాత్రమే భూ అంతర్భాగంలోని శిలల స్వరూపము, ఆకృతి తెలుసు కోవడం కష్టము. వీటికి సహాయంగా భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర సమా చారము, బోరుహోల్ దత్తాంశాలు చాలాముఖ్యము.

గురుత్వాకర్షణ పద్ధతుల వల్ల మనము కనుక్కోగల విషయాలు నాలుగు: (1) శిలలలోని తేడాలు, (2) శిలలవిస్తరణ, (3) శిలలు ఉన్నలోతు (4) శిలల ద్రవ్యరాశి.

విద్యుత్ పద్ధతులు

ఈ విద్యుత్ పద్ధతులలో విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని భూమిలోకి పంపి దాని ఫలితంగా ఏర్పడిన శక్మాల (Potentials) విసరణ రీతులను మాన చిత్రీకరణ చేసి తెలుసుకోవడం ముఖ్యమైన విషయము. భూమితో విద్యుత్‌స్పర్శ ఏర్ప డటానికి అవకాశాలున్న చోట్లమాత్రమే ఈ పద్ధతులు పనికివస్తాయి. అందు వల్ల ఈ పద్ధతులు విద్యుత్ వాహకాలు గాని ఎడారి శిలాప్రాంతాలలోను, గడ్డకట్టిన భూభాగాలలోను ఎంతమాత్రం పనికిరావు.

భూమిలో ఒక భాగం వద్ద విద్యుత్‌ను ప్రవేశపెట్టి మరొక భాగం వద్ద ఆ విద్యుత్ వెలికి వచ్చేటట్లు ఏర్పాటు చేస్తే ఈ రెండు ప్రదేశాల మధ్యనున్న విద్యుత్ శక్మాలను లెక్కగట్టి చెప్పవచ్చు. ఒకవేళ భూమిలో విద్యుత్‌వాహక మైన ఏ ఖనిజ నిక్షేపమయినా ఉన్నట్లయితే ఈ శక్మాలలో తేడాలు కనిపిస్తాయి. విద్యుత్‌ను ప్రవేశపెట్టిన భూభాగంలో కన్నా హీన విద్యుత్‌వాహకపు పదార్థ మున్నా ఈ శక్మాలలో తేడాలు కనిపిస్తాయి.

భూమిలో ఆతిథేయ శిలల కన్న మంచి విద్యుత్ వాహకమైన నిక్షేప మున్నప్పుడు పంపిన విద్యుత్ ఆతిథేయ శిలలో ప్రవహించడం కంటే ఈ నిక్షే

పంలో ప్రవహించడానికి ఎక్కువ అవకాశముంటుంది. అందువల్ల విద్యుత్ ప్రవాహపు రేఖలు, సమ పొటెన్షల్ రేఖలు (Equipotential Lines) ఈ నిక్షేపం సమీపంలో వక్రగతి చూపుతాయి. దీనికి ఫలితంగా నిక్షేపానికి సరిగా పైభాగంలో వోల్టేజ్ (Voltage) ఏకరీతిలో ఉంటుంది. నిక్షేపం అంచులలో ఏ రెండు ప్రాంతాల మధ్యనైనా వోల్టేజ్ తేడాలు ఎక్కువవుతాయి. నిక్షేపము ఆతిథేయ శిల కన్న హీనవిద్యుద్వాహక మయిన సందర్భంలో, విద్యుత్ నిక్షేపాన్ని విడిచి పెడుతుంది. దీనికి ఫలితంగా నిక్షేపం పై భాగంలో వోల్టేజ్ తేడాలు ఎక్కువవుతాయి. నిక్షేపం అంచులభాగాలలో ఇవి తగ్గుతాయి.

భూమి అంతర్భాగంలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలకు, ఆతిథేయ శిలలకు వాటి నిరోధక శక్తులలో భేదాలు ఉంటాయి. నిక్షేపాన్వేషణ జరిపే ప్రదేశంలోని శిలల ఖనిజాల నిరోధక శక్తులు ఏవిధంగా ఉన్నాయో తెలుసు కోవడం చాలా అవసరము. సజాతీయ పదార్థాల (Homogeneous substances) విద్యుత్ నిరోధక శక్తిని కొలవడం అంత కష్టమైన పనికాదు. మాగ్నటైట్, పైరైట్, గెలీనా, పైరోలుసైట్, గ్రాఫైట్ మొదలైన ఖనిజ నిక్షేపాలను ఏకసజాతీయాలుగా తీసుకోవచ్చు. శిలల ఖనిజాల విద్యుత్ నిరోధకశక్తులను ప్రయోగశాలలో భౌతిక పరికరాల సహాయంతో కనుక్కోవచ్చు. వీటి విలువలు అనేక కారకాలవల్ల మారుతూ ఉంటాయి. వివరాలలోని నీరు, శిలలసచ్ఛిద్రత, సంతృప్తత, పరిమితి రంధ్రాల లోని పదార్థాల నిరోధకశక్తులు కొన్ని కారకాలు. ఖనిజాలలోను మంచి విద్యుద్వాహకాలు హీన విద్యుద్వాహకాలుగా విభజించవచ్చు. సాధారణంగా దృఢమైన శిలలు హీన విద్యుత్‌వాహకాలుగా ఉండి హెచ్చు విద్యుత్ నిరోధక శక్తిని కలిగి ఉంటాయి. ఎక్కువ వివరాలతో ఉండి బాగా సంకర్షణం చెందిన శిలలు కొన్ని ఖనిజాల మాదిరిగా తక్కువ విద్యున్నిరోధక శక్తిని కలిగి ఉంటాయి.

సాధారణంగా లోహద్యుతి (Metallic Lustre) ఉన్న ఖనిజాలు, వాటి నిక్షేపాలు మంచి విద్యుత్ వాహకాలు. వీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పుకోవలసినవి పైరైట్, పిర్హోటైట్, చాల్కోపైరైట్, ఆర్సినోపైరైట్, గెలీనా, మాగ్నటైట్ మొదలైనవి వీటిలో సరిపడనివి హెమటైట్, జింక్‌బ్లెండ్, గ్రాఫైట్, గ్రాఫైట్ కలిసి ఉన్న షేల్, షిస్ట్, పైరోల్‌సైట్ సిలోమలేన్ కూడా మంచి విద్యుత్‌వాహకాలే.

నిక్షేపాలు ఎంత వరకు విద్యుత్‌వాహకాలు అనేది వాటిలో విద్యుత్ వాహక ఖనిజాలు ఎంత మేరకు ఉన్నాయో దానిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. అదే కాకుండా ఈ ఖనిజాల వినరణరీతి కూడా నిక్షేపం విద్యుత్ వాహకత్వాన్ని నిర్ణయిస్తుంది. ఈ ఖనిజరేణువులు వినరణ చెందినప్పుడు రేణువుకూ రేణువుకూ స్పర్శసరిగాలేనప్పుడు అటువంటి నిక్షేపము హీన విద్యుత్‌వాహకం గానే ఉండి విద్యుత్ పద్ధతుల సహాయంతో దాని ఉనికిని కనుక్కోలేని రీతిలో ఉంటుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు పనికి వస్తాయి.

విద్యుత్ పద్ధతులతో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడానికి కావలసిన పరికరము ప్రయోగశాలలో చాలా సులభంగా తయారుచేసుకోవచ్చు. దీనికి కావలసిన పరికరాలు: విద్యుచ్ఛక్తిని పుట్టించడానికి హై-టెన్షన్ (High-Tension) బాటరీలు, నాలుగు లోహపు కడ్డీలు - రెండు విద్యుత్ ప్రవాహపు ఎలక్ట్రోడ్‌లు, మరి రెండు వోల్టేజ్ ప్రోబ్‌లు - ఒక మిల్లి అమ్మీటర్, ఒక వోల్ట్ మీటర్, తగినంత పొడవు ఉన్న విద్యుత్ బంధకము గల తీగె.

నిక్షేపాన్వేషణకు ఉపయోగపడే విద్యుత్ పద్ధతులు రెండు రకాలు: ఒక పద్ధతిలో ఒక నిర్ణీత స్థలపు శక్మాన్ని ఆధారంగా చేసుకొని పరిశీలన స్థానాలవద్ద శక్మాలను కొలవడం జరుగుతుంది. రెండవ పద్ధతిలో ప్రతి స్థానం వద్ద శక్మ ప్రవణతను (Grdient of the Potential) కొలవడం జరుగుతుంది.

మొదటి పద్ధతిలో సమపొటెన్షల్ పద్ధతి, "మిసె-ఎ-ల-మాసె (mise-a-la-masse)" పద్ధతి ఉన్నాయి. రెండవ దానిలో భూ నిరోధక శక్తి పద్ధతులు (Earth-Resistivity methods) పొటెన్షల్ డ్రాప్ (Potantial-drop) పద్ధతులు ఉన్నాయి.

సమ పొటెన్షల్ పద్ధతిలో ఎలక్ట్రోడ్‌ల సహాయంతో వివిధ విలువలున్న సమపొటెన్షల్ రేఖలను (Equipotential lines) గీస్తారు. ఈ విధంగా తయారు చేసిన సమపొటెన్షల్ మానచిత్రాల (Eqiupotential maps) లో, సమపొటెన్షల్ రేఖలు మంచి విద్యుత్‌వాహకాలైన పదార్థాలవద్ద దూర దూరంగా ఉంటాయి; అటువంటి పదార్థాల అంచుల వద్ద అవి దగ్గర దగ్గరగా ఉంటాయి.

"మిసె-ఎ-ల-మాసె" పద్ధతి : ఈ పద్ధతిలో భూ అంతర్భాగంలో ఉన్న విద్యుత్ వాహక ద్రవ్యరాశిని (నిక్షేపంగాని, శిలగాని) ఒక ఎలక్ట్రోడ్ గా

పరిగణించి భూతలంమీద వోల్టెజ్‌లను కొలవడం జరుగుతుంది. ఇటువంటి ద్రవ్యరాశిని ఒక ఎలక్ట్రోడ్ గా ఉంచి భూతలం మీద కొన్ని కొన్ని స్థానాల వద్ద లోహపు కడ్డీని రెండవ ఎలక్ట్రోడ్ గా ఉంచి వీటి మధ్య విద్యుత్‌ను ప్రవహింప జేసి వివిధ స్థానాలమధ్య నున్న వోల్టేజ్‌ను కొలిచి సమపొటెన్షల్ రేఖలను చూపే మానచిత్రాలను తయారు చేస్తారు. ఈ సమపొటెన్షల్ రేఖల వైఖరిని బట్టి భూమి లో మరుగునపడి ఉన్న నిక్షేపం ఉనికి, పరిమాణము, నతి మొదలైన వాటిని గురించి తెలుసు కోవచ్చు. ఈ పద్ధతిలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపేటప్పుడు ఎలక్ట్రి కల్ ఎర్తింగ్ (electrical earthing) చేయడానికి వీలుగా మరుగు పడిన ద్రవ్యరాశి కొద్దిగా నయినా పైకి కనిపించవలె.

"భౌమ నిరోధక శక్తి" పద్ధతులు (Earth Resistivity Methods) :- నవీన విద్యుత్ పద్ధతులలో ఈ "భౌమ నిరోధక శక్తి" పద్ధతులు బాగా అభివృద్ధి చెందినవిగా పరిగణింప బడుతున్నాయి. రెండు విద్యుత్ ఎలక్ట్రోడ్‌లు, రెండు శక్మాల ఎలక్ట్రోడ్‌ల సహాయంతో ఏకజాతీయ భూతలాలలోని నిరోధకశక్తులను లెక్కగట్ట వచ్చు. విజాతీయ భూతలాలలోని నిరోధకశక్తులను ఆభాస నిరోధక శక్తులని (Apparent Resistivities) అంటారు.

నిరోధక శక్తి సర్వేక్షణలు (Resistivity Surveys) విద్యుత్ ఛిద్రణ (Electrical Drilling) గా గాని విద్యుత్ మానచిత్రీకరణ (Electrical mapping) గా గాని జరుపుతారు. నిక్షేపాన్వేషణలో విద్యుత్ మానచిత్రీకరణ చాలా ముఖ్యమైనది. విద్యుత్ ఛిద్రణ వల్ల భూతలంమీదనున్న ఒక నిర్దిత స్థానందిగువ భాగంలో లోతును బట్టి విద్యున్నిరోధక శక్తి ఏ విధంగా మారు తుందో ముందుగా కనుక్కొంటారు. ఆ తరవాత ఆ ప్రాంతంలో మనకు తెలిసిన భూగర్భవిజ్ఞానాన్ని బట్టి ఈ విలువలను సరిగా వివరణ చేసుకొని భూ అంత ర్భాగ నిర్మితిని అర్థం చేసుకోవలె.

విద్యుత్ ఎలక్ట్రోడ్‌ల మధ్యదూరం ఎక్కువయ్యేకొద్దీ భూతలం మీది విద్యుత్ శక్మాలు బాగా లోతున ఉన్న విజాతీయ పదార్థాల మూలంగా మార్పులు చెందుతాయి. విద్యుత్ ఛిద్రణ పద్ధతిలో సేకరించిన విలువలను ఆభాస నిరోధక శక్తులను Y-అక్షం మీద ఎలక్ట్రోడ్‌ల మధ్యదూరాలను X-అక్షం మీద వ్యక్త పరచవలె. లోతున ఉన్న శిలాపదార్థాల విద్యుత్ ప్రవాహకతనుబట్టి తయారు చేసిన గ్రాఫ్‌ల తీరు ఉంటుంది.

విద్యుత్ ఛిద్రణలో సేకరించిన విషయాలను అతిక చ్చితంగా వివరణ చేయడం భూభౌతిక శాస్త్రంలో చాలా కష్టమైన పని.

విద్యుత్ మాన చిత్రీకరణ : నిక్షేపాన్వేషణలో ఆతిథేయ శిల నిరోధక శక్తికి భిన్నమైన నిరోధక శక్తి గల ఖనిజ ద్రవ్యరాశి చాలా ముఖ్యము. విద్యుత్ ఛిద్రణ సహాయంతో అటువంటి ద్రవ్యరాశి ఉనికిని గుర్తించ గలిగినప్పటికీ ఛిద్రణ ఎక్కడ ప్రారంభించవలెనో ముందుగా తెలుసుకోవలె. అందువల్ల నిక్షేపాన్వేషణలో విద్యుత్ ఛిద్రణ పద్ధతి పాత్ర చాలా పరిమితమైనది. విద్యుత్ మాన చిత్రీకరణ నిక్షేపాన్వేషణలో చాలా ముఖ్యమైన పాత్ర వహిస్తుంది. ఈ పద్ధతిలో భూ తలం మీద క్షితిజ సమాంతర (Horizontal) దిశలో విద్యున్నిరోధక శక్తులలోని మార్పులను కనుక్కోవలె. విలువలను " ఆభాస నిరోధక శక్తి " (Apparent Resistivity) విలువలుగానే తీసుకోవలె. ఈ విధంగా ఆభాసనిరోధక శక్తుల విలువలతో మానచిత్రాలను తయారు చేసుకోవచ్చు. ఈ మానచిత్రాలను వివరణ చేసి భూమిలో మంచి విద్యుత్‌వాహకాలయిన శిలా రాశులున్నాయో లేదా హీన విద్యుత్‌వాహకాలయిన రాశులున్నాయో తెలుసుకోవచ్చు. నిరోధకశక్తి విలువలు హెచ్చుగా ఉన్న చోట్ల హీన విద్యుత్‌వాహకాలు, ఈ విలువలు తక్కువగా ఉన్న చోట్ల మంచి విద్యుత్‌వాహకాలు ఉన్నట్లుగా మనము తెలుసుకోవలె. ఒక్కొక్క చోట శిథిలమైన శిలా పదార్థాలు ఆభాస నిరోధక శక్తి విలువలను బాగా తగ్గించి నిక్షేపం ఉనికిని మరుగు పరుస్తాయి. ఇటు వంటి పరిస్థితులలో విద్యుత్ అయస్కాంతపు పద్ధతుల సహాయం కూడా కావలసి ఉంటుంది.

బోరుహోల్‌లలో కూడా విద్యుత్ నిరోధక శక్తి విలువలను మాపనం చేసి శిలల యొక్క, ఖనిజాల యొక్క నిరోధకశక్తి విలువలను తెలుసుకోవచ్చు. ఇంతే కాకుండా వివిధ బోరుహోల్‌లలోగల సిరలు, విదరాలు మొదలైన వాటిని సమన్వయం చేసుకోవచ్చు. భూతలంమీద కనుగొన్న విలువలు బోరుహోల్‌ల లోని విలువలు ఒకే విధంగా ఉన్నాయా? లేదా ? అని కూడా తెలుసుకోవచ్చు.

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు

ఏకాంతర విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము (Alternating electromagnetic field) భూమిలో ప్రసారితమైనప్పుడు అది మధ్యలోనున్న ఏ

విద్యుత్‌వాహక పదార్థంలోనైనా విద్యుత్ ప్రవాహాలను ఆపాదిస్తుంది. ఈ ద్వితీయ విద్యుత్‌ప్రవాహాలు ఏ విధంగా ప్రవహిస్తాయంటే వీటివల్ల ఏర్పడిన విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము మొదటి క్షేత్రానికి వ్యతిరేకంగా ఉంటుంది. ఈ ద్వితీయ క్షేత్రము విస్తరించబడినప్పుడు ఏ స్థానం వద్దనైనా మొత్తం క్షేత్రము ప్రాథమిక క్షేత్రానికి (Primary Field) భిన్నంగా ఉంటుంది. ఆపాదించబడిన విద్యుత్ ప్రవాహపుశక్తి విద్యుత్‌వాహకపు నిరోధకశక్తిపైనా, ప్రాథమిక క్షేత్రము ఏ పౌనఃపున్యంలో (Frequency) ఏకాంతరమవుతున్నదో దానిపైనా ఆధారపడి ఉంటుంది. సాధారణంగా చెప్పవలెనంటే నిరోధకశక్తి తక్కువగా ఉన్నప్పుడు, పౌనఃపున్యము ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు, ఈ విద్యుత్ ప్రవాహము ఎక్కువ బలంగా ఉంటుంది. మంచి విద్యుత్‌వాహకాలైన గ్రాఫైట్, పైరైట్, పిర్హొటైట్ ఛాల్కోపైరైట్, గెలీనా, మాగ్నటైట్ మొదలైన ఖనిజాలున్న నిక్షేపాలను వెదక డానికి విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు చాలా వీలయినవి. విద్యుత్‌వాహకాలుగాని హెమటైట్, జింక్‌బ్లెండ్, క్రోమైట్ మొదలైన ఖనిజాలు తక్కువ విద్యుత్ నిరోధకశక్తిగల ఖనిజాలతో కలిసి ఉన్నట్లయితే విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు వీటి అన్వేషణకు పనికివస్తాయి. పైరైట్‌గాని, గెలీనాగాని కలసి ఉన్న జింక్ బ్లెండ్ నిక్షేపాలను విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులద్వారా కనుక్కోవచ్చు. గ్రాఫైట్ ఖనిజమున్న ప్రదేశాలలో విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులతో ఇతర ఖనిజాల ఉనికిని కనుక్కోవడం కష్టము; ఎందువల్లనంటే దాదాపుగా లోహానికుండే విద్యుత్ నిరోధకశక్తి కలిగి ఉన్న గ్రాఫైట్ ఇతరలోహ ఖనిజాల ఉనికిని తెలియనీయ కుండా మరుగుపరుస్తుంది. దీనికి విరుద్ధంగా పిర్హొటైట్ ఉన్న ప్రదేశాలలో విద్యు దయస్కాంత పద్ధతులద్వారా సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల ఉనికిని సులభంగా కనుక్కో వచ్చు. ఎందువల్లనంటే ఈ పిర్హొటైట్ సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలతో కలిసి ఉంటుంది.

విద్యుదయస్కాంత సంక్షోభాలు (Disturbances) లోహనిక్షేపాలున్న ప్రదేశాలలోనే కాకుండా భ్రంశాలు, విదరాలు, విద్యుద్వాహక సిరలు ఉన్న చోట్ల కూడా కలుగుతుంటాయి. విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులతో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించేటప్పుడు పై వాటివల్ల ఏర్పడిన సంక్షోభాలను, తంతి తీగెలు, నీటి గొట్టాలు, విద్యుత్‌వాహక తీగెలు మొదలైనవి ఉన్నచోట్ల కలిగే సంక్షోభాలను విడిగా గుర్తించగలిగి ఉండవలె.

ఒక విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రంలో ప్రతి స్థానంవద్ద విద్యుత్ తీవ్రత (Electric intensiity) అయస్కాంత తీవ్రత ఉంటాయి. అన్వేషణ చేసేటప్పుడు మనము అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని మాపనం చేస్తాము కనక అయస్కాంత అనంగతాలను వివరణ చేసేటప్పుడు ఈ క్షేత్రాన్నే ఎంచుకొందాము. అంతర్భాగంలో విద్యుద్వాహకి పదార్థం లేని పక్షాన ఏ స్థానం వద్దనైనా ఈ క్షేత్రము ఒక నిర్దిష్టమైన రేఖ మీద డోలనం చెందుతుంది. దీనిని క్షేత్రపు కంపన పరిమితిని ఇచ్చే సరిఅయిన విలువగల సదిశ (Vector) తో నిరూపణ చేయవచ్చు. సంక్షోభం చెందని అయస్కాంత క్షేత్రపు దిశ, విలువ ఉత్పత్తి స్థానము, పరిశీలన కేంద్రాల సాపేక్ష స్థానాలమీద, ఉత్పత్తి స్థానపు స్వభావం మీదా ఆధారపడి ఉంటాయి. అంతర్భాగంలో విద్యుత్‌వాహకము ఉన్నట్లయితే ఏ స్థానం వద్దనైనా క్షేత్రపు సదిశ మామూలుగా ఒకే దిశలో డోలనం చెందకుండా ఒక నిర్దిష్టమైన సమతలంలో దీర్ఘవృత్తాన్ని (Ellipse) ఏర్పరుస్తుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము దీర్ఘవృత్తంగా ధ్రువణం చెందింది (elliptically polarised) అని అంటారు.

విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాన్ని "సెర్చ్‌కాయిల్ (Search coil)" సహాయంతో మానచిత్రీకరణ చేస్తారు. సెర్చ్‌కాయిల్ లో ఉద్భవించిన వోల్టేజ్ చుట్టకు లంబదిశలో ఉన్న విద్యుదయస్కాంతపు అంశానికి అనుపాతంలో ఉంటుంది. చుట్ట యొక్క లంబము క్షేత్రానికి θ కోణంలో ఉన్నప్పుడు, వోల్టేజ్ F. cos θ కు అనుపాతంలో ఉంటుంది. అందువల్ల కేబుల్ ప్రాథమిక క్షేత్రంలో చుట్టను ఉంచి వంచినప్పుడు, చుట్ట సమతలము క్షేత్రపు సదిశకు లంబంగా ఉన్నప్పుడు, సెర్చ్‌కాయిల్ నుంచి వచ్చే సంకేతము (signal) ఎక్కువ బలంగా (Maximum) ఉంటుంది. దీనికి విరుద్ధంగా సదిశ చుట్ట సమతలంలో ఉన్నప్పుడు, సంకేతము అసలు వినబడదు. చలనం చెందని కేబుల్ క్షేత్రంలో అటువంటి నిశ్శబ్దపు స్థానాలు ఎన్నో ఉంటాయి. కాని అంతర్భాగంలో విద్యుద్వాహకం ఉన్నప్పుడు, క్షేత్రము దీర్ఘవృత్తాకారంలో ధ్రువణం చెందుతుంది. ఇటువంటి సందర్భాలలో చుట్టలో ఉద్భవించిన వోల్టేజ్ ఏమీలేకుండా ఉండే స్థానం ఒకే స్థానం ఉంటుంది. అప్పుడు చుట్ట సమతలము దీర్ఘవృత్తపు సమతలంతో ఏకీభవిస్తుంది. త్రిపాది (Tripod) మీద నిలబెట్టిన సెర్చ్‌కాయిల్ సహాయంతో ధ్రువణము యొక్క సమతలాన్ని కనుక్కోవచ్చు. ధ్రువణ సమతలానికి అనుదైర్ఘ్యము, నతి ఉంటాయి.

ధ్రువణంలో దీర్ఘవృత్తపు ప్రధాన అక్షం వాలును (tilt) కొలిచి విద్యుదయస్కాంతపు పద్ధతిలో నిక్షేపాన్వేషణ కొనసాగిస్తారు. ఇది కాక విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రపు ఇతర ధర్మాలను ఉపయోగించి కూడా నవీన పద్ధతులతో నిక్షేపాన్వేషణ జరుపుతున్నారు. వాలును (tilt)మాపనం చేసే పద్ధతిని "వాలు-కోణం (tilt angle") పద్ధతి అంటారు. సాధారణంగా విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులు (i)ఫిక్స్డ్-సోర్స్ (Fixed Source) పద్ధతులు, (ii)మూవింగ్ సోర్స్-రిసీవర్ (Moving Source-receiver) పద్ధతులని రెండు రకాలు. మొదటి రకపు పద్ధతులలో క్షేత్రపు ఉత్పత్తి స్థానము చలనం లేకుండా ఉండి గ్రాహకాన్ని కదలించడం జరుగుతుంది. రెండవ రకపు పద్ధతులలో విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రము, గ్రాహకము రెండూకూడా కదలించ బడతాయి.

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతులలో సేకరించిన ఫలితాలను వివరణ చేసేటప్పుడు మనము తెలుసుకొన్న అసంగతాలు నిక్షేపాలకు సంబంధించినవా? లేదా భూ ఉపరితలం మీదనున్న ఉపరిస్థిత భారానికి సంబంధించినవా? అని వివరణ చేసుకోవడం చాలా ముఖ్యమైనది. అనుమానాస్పదంగా ఉన్న సందర్భాలలో రెండు వివిధ పౌనఃపున్యాలలో విలువలను తీసుకొంటే సరిపోతుంది.

విద్యుదయస్కాంత పద్ధతుల ద్వారా ఎంత లోతున ఉన్న నిక్షేపాలను కనుక్కోవచ్చు? అనేది అంత సులభమైన ప్రశ్నకాదు. ఖనిజ నిక్షేపం పరిమాణము, ఆకారము, విద్యుద్వాహక శక్తి, ఉత్పత్తిస్థానము, గ్రాహకాల మధ్య దూరము-వీటన్నింటినీ దృష్టిలో ఉంచుకొని నిక్షేపం లోతును తెలుసుకోవలె.

భూకంపన పద్ధతులు (Seismic Methods)

స్థితి స్థాపక తరంగాల (Elastic Waves) వేగం ఒక్కొక్క శిలలో ఒక్కొక్క విలువతో ఉంటుంది అనే సత్యం మీద ఈ భూకంపన పద్ధతులు (Seismic Methods) ఆధార పడిఉన్నాయి. డైనమైట్‌ను ఉపయోగించి పంపిన స్థితిస్థాపక తరంగాలు వివిధ రకపు శిలలద్వారా వివిధ వేగాలతో ప్రయాణం చేసి శిలల అంతర్ముఖాల (interfaees) వద్ద పరావర్తనము, వక్రీభవనము చెందుతాయి. ఒకే పర్యాయం పంపిన స్థితిస్థాపక తరంగాలు తిరిగి ఉత్పత్తి స్థానానికి ఎప్పుడు చేరుకొంటాయో తెలుసుకొని వివిధ శిలలయొక్క అంతర్ముఖాలు ఎక్కడ ఉన్నాయో గ్రహించవచ్చు.

ఒక ఘన పదార్థము రెండు విధాలైన స్థితిస్థాపక తరంగాలను తన గుండా ప్రసారం చేయగలుగుతుంది. ఇవి (i) దీర్ఘ తరంగాలు Longitudinal Waves) (ii) తిర్యక్ తరంగాలు (Transverse waves) అనే రెండు రకాలుగా ఉంటాయి. దీర్ఘతరంగాలనుP- తరంగాలని, తిర్యక్ తరంగాలను S- తరంగాలని అంటారు.

భూమిలో కంపనాన్ని కలిగించినప్పుడు P, S-తరంగాలు ఏర్పడతాయి, ఇవి ఏక కాలంలో ప్రసరిస్తాయి. పరావర్తనం చెందినప్పుడు గాని, వక్రీభవనం చెందినప్పుడుగాని తరంగం యొక్క స్వభావం మారుతుంది. ఈ విధంగా P - తరంగము పరావర్తనం చెందేటప్పుడు P – తరంగంగా గాని, S - తరంగంగా గాని వెలువడుతుంది. ఈ తరంగాలను, వాటి తదనంతర మార్పులను క్రింది విధంగా గుర్తించడం జరుగుతుంది. PP, PS, SP, PPS మొదలైనవి. శిలలలో కంపన వేగాలు చాలా పరిమితమైన హద్దులలో మారుతూఉంటాయి. కాబట్టి ఈ కంపనవేగాలను ఆధారంగా తీసుకొని శిలలను గుర్తించవచ్చు. దీర్ఘ తరంగాలు, తిర్యక్ తరంగాలకన్న ఎక్కువ వేగంగా ప్రయాణం చేస్తాయి. ద్రవ, వాయు పదార్థాలు తిర్యక్ తరంగాలను ప్రసరింప జేయలేవు.

కంపన పద్ధతులతో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం రెండు విధాలుగా చేయ వచ్చు. నిక్షేపాలకు, ఆతిథేయ శిలలకు మధ్యగల స్పర్శలను కంపన పద్ధతులతో గుర్తించి అన్వేషణ కొనసాగించడం మొదటి పద్ధతి. కంపన పద్ధతులను ఉప యోగించి శిలలను కప్పిఉన్న మృత్తిక మందాన్ని, అవక్షేప శిలల మందాన్ని కనుక్కోవడం రెండవ పద్ధతి. ఖనిజ నిక్షేపాలలోను, ఆతిథేయ శిలలలోను స్థితి స్థాపక తరంగాల కంపనవేగాలు చాలా తక్కువ తేడాలతో ఉంటాయి. కనక ఖనిజనిక్షేపాలు సాధారణంగా చాలా తక్కువ మందంతో ఉంటాయి. భూమిలో స్థితిస్థాపక తరంగాల ప్రసారం మీద ఈ ఖనిజనిక్షేపాల ప్రభావము చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. ఈ కారణంవల్ల ఖనిజనిక్షేపాలను ప్రత్యక్షంగా వెదకడంలో కంపనపద్ధతులు అంత విజయవంతం కాలేదు.

కంపన పద్ధతులను ఉపయోగించి ఉపరితలపు మృత్తికపొర మందము కనుక్కోవడం మిగిలిన అన్వేషణ పద్ధతులకు చాలా అవసరము. కంపన పద్ధ తుల సహాయంతో అవక్షేప శిలల మందం తెలుసుకోవడం నేల బొగ్గు, జిప్సమ్ సల్ఫర్ మొదలైన వాటి నిక్షేపాలను వెదకడానికి ఎంతో సహాయకారి. నేలబొగ్గు

నిక్షేపాలను కనుక్కోవడానికి పరావర్తన సర్వేక్షణ, వక్రీభవన సర్వేక్షణ రెండూ కూడా వాడుకలో ఉన్నాయి. ఇంజనీరింగ్ నిర్మాణ కార్యక్రమాలలో ఆధారశిల ఎంతలోతున్నదో తెలుసుకోవడానికి కంపన పద్ధతులు వాడుకలో ఉన్నప్పటికీ వీటికయ్యే విపరీతమైన ఖర్చు దృష్ట్యా వీటిని ఎక్కువగా ఉపయోగించ లేక పోతున్నారు.

కంపన తరంగాలను కృత్రిమంగా కలిగించడానికి ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్న పద్ధతి డైనమైట్‌ను పేల్చడము. కంపనశక్తి మనకు ఎంత మేరకు కావలెనో అంతమేరకు మాత్రమే మనము డైనమైట్‌ను తీసుకొని కంపనాన్ని కలిగించడం ఈ పద్ధతిలో ఉత్తమము. ఈ విధంగా కంపనాన్ని కలిగించడానికి మనము పేలుడు పదార్థాలను ఉపయోగించడంలోను, నిలవచేయడంలోను చాలా జాగ్రత్తలు తీసుకోవలె. కంపన తరంగాలను కనుక్కోవడానికి విద్యుదయస్కాంత సిద్ధాంతం ఆధారంగా పనిజేసే జియోఫోన్‌ల (Geo phones) ను ఉపయోగిస్తారు. కంపనాలను స్వయంచాలకంగా రికార్డ్ చేయడం కూడా జరుగుతుంది.

కంపన పద్ధతులు రెండు విధాలు : (i) పరావర్తన పద్ధతి (Reflection Method), (ii) వక్రీభవన పద్ధతి (Refraction Method). పరావర్తన పద్ధతిలో భూ ఉపరి తలంలో ఉద్భవించిన తరంగాలు శిలలో V_1 వేగంతో ప్రయాణంచేసి అంతర్ముఖం మీది ఒక బిందువు వద్ద పరావర్తనం చెంది, ఉపరి తలం మీద ఉంచిన శోధకం (Detector) ను 't' సెకన్‌ల కాలంలో చేరితే,

$$t = \frac{2h}{V_1}$$

అవుతుంది. ఒక్కొక్క అంతర్ముఖం ఒక్కొక్క సంకేతాన్ని పంపుతుంది. శిలలో రెండు అంతర్ముఖాలున్నట్లయితే మొదటి అంతర్ముఖం నుండి వచ్చే పరావర్తన తరంగము

$$t_1 = \frac{2h_1}{V_1}$$

కాలంలో శోధకాన్ని చేరుతుంది. రెండవ అంతర్ముఖం నుంచి వచ్చే పరావర్తన తరంగము

$$t_2 = \frac{2h_1}{V_1} + \frac{2h_2}{V_2}$$

కాలంలో శోధకాన్ని చేరుతుంది. V_1, V_2 లను ఆయా శిలలకు ప్రయోగ శాలలో కనుక్కోవచ్చు. మొదటి సమీకరణము సహాయంతో h_1 లెక్క గట్టవచ్చు. h_1 విలువను రెండవ సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపించి h_2 ను కనుక్కోవచ్చు.

వక్రీభవన పద్ధతిలో కంపన తరంగాలు ఒక శిలలో ఒక వేగంతో ప్రయాణంచేసి మరొక శిలలో ప్రవేశించేటప్పుడు వక్రీభవనము చెంది వేరొక వేగంతో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఈ కంపన తరంగాల వేగాలను కనుక్కొన్న తర వాత శిలల మందాలను లెక్కగట్టి చెప్పవచ్చు.

రేడియో ధార్మిక పద్ధతులు

కొన్ని మూలకాల కేంద్రకాలు విచ్ఛిన్నమయినప్పుడు కొన్ని శక్తి మంతా లైన వికిరణాలు (Energetic Radiations) వెలువడుతాయి తరవాత ఈ మూలకాల కేంద్రకాలు మరొక కొత్త రకపు మూలకాల కేంద్రకాలుగా మారి పోతాయి. ఈవిధంగా కొత్తగా ఏర్పడిన శిశు మూలకాలు కూడా రేడియో ధార్మికశక్తిని కలిగి ఉండవచ్చు. వికిరణాలు α రేణువులు, β - రేణువులని రెండు విధాలు, α - రేణువు హీలియమ్ కేంద్రకము. β - రేణువు ఎలెక్ట్రాన్. సాధారణంగా α - రేణువు ధన విద్యుత్తును, β - రేణువు ఋణ విద్యుత్తును కలిగి ఉంటాయి. విద్యుదయస్కాంత వికిరణం లో (Electromagnetic Radiation) γ - కిరణాలుంటాయి. ప్రకృతిలో స్వాభావిక సిద్ధంగా రేడియో ధార్మికశక్తి కలిగియున్న మూలకాలు దాదాపు 50 వరకు ఉంటాయి పీటినుంచి కృత్రిమంగా తయారైన రేడియో ధార్మిక పదార్థాలు 800 వరకు ఉంటాయి. ప్రకృతిసిద్ధమైన రేడియో ధార్మికత ముఖ్యంగా నెప్ట్యూనియమ్, యూరేనియమ్, థోరియమ్‌ల శిథిలపదార్థాలకు పరిమితమై ఉంటుంది. ఇవికాక కొన్ని ఇతర మూలకాలలో ప్రకృతి సిద్ధంగా లభించే రేడియో ధార్మిక ఐసోటోప్‌లు కూడా ఉన్నాయి పీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పుకోవలసినవి పోటాషి యమ్, రుబీడియమ్ ల ఐసోటోప్‌లు.

రేడియో ధార్మిక కేంద్రకాలు ప్రసరించే వికిరణాలు మూడు రకాలు α - వికిరణాలు, β - వికిరణాలు, γ - వికిరణాలు. ఇవి వాటి శక్తిని ఒక్కొక్క స్థాయిలో పోగొట్టు కొంటాయి. α - వికిరణాలు చాలా తక్కువ మందమున్న పదార్థంతో ఆపివేయ బడతాయి. β - వికిరణాలు α - వికిరణాలకన్న హెచ్చుదూరం ప్రసరించబడుతాయి. γ - వికిరణాలు ప్రసారం చేయబడేటప్పుడు వాటిశక్తి అవిచ్ఛిన్నంగా తగ్గుతుంది. పీటి ఉనికిని చాలా దూరం వరకు కనుక్కో వచ్చు. ఈ మూడు వికిరణాలకు గాలినిగాని, మరి ఇతర వాయువునుగాని అయనీ కరణం చేసే శక్తిఉంది. ఈ విధంగా చేసేటప్పుడు ఆగాలిని, లేదా వాయువును

విద్యుద్వాహకాలుగా మారుస్తాయి. ఇది కాకుండా - కిరణాలకు జింక్ సల్ఫైడ్, షీలైట్, ఆంథ్రసీన్ మొదలైన పదార్థాల స్ఫటికాల మీద పడినప్పుడు చిన్న చిన్న కాంతి మెరుపులను సృష్టించే శక్తిఉంది. ఈ రెండింటి ప్రభావాలవల్ల రేడియో ధార్మిక వికిరణాలను కనుక్కోవచ్చు.

రేడియో ధార్మికత కేంద్రకం యొక్క ధర్మం కాబట్టి రేడియోధార్మిక మూలకం రసాయన సంయోగం వల్ల ఎటువంటి మార్పూ ఉండదు. అందువల్ల రేడియో ధార్మిక మూలకం ఎటువంటి క్లిష్ట సంయోగ పదార్థంగా ఉన్నప్పటికీ రేడియో ధార్మికత వల్ల దాని ఉనికిని కనుక్కోవచ్చు. α, β, γ-కిరణాలలో γ-కిరణాలు ఎక్కువ దూరం ప్రసరించబడతాయి. కాబట్టి రేడియోధార్మిక మూలకాల అన్వేషణకు γ-కిరణాలను ఉపయోగంలోనికి తీసుకొంటారు.

రేడియోధార్మిక ధర్మాన్ని ఆధారంగా తీసుకొని నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడానికి భూ ఉపరితలం మీద గాని, అంతర్భాగంలో గాని ఉండవలసిన మేరకు హెచ్చుగా నున్న γ-కిరణాలను కనుక్కోవడం ముఖ్యము. అన్ని రేడియో ధార్మిక మూలకాలు -కిరణాలను విడిచి పెట్టవు, అటువంటి మూలకాల శిశుమూలకాలు (daughter-elements) ఇటువంటి -కిరణాలను విడిచిపెడతాయి. అందువల్ల కొన్ని రేడియోధార్మిక మూలకాల నిక్షేపాలను వాటి శిశు పదార్థాలు విడిచి పెట్టిన γ-కిరణాల సహాయంతో పరోక్షంగా కనుక్కొంటారు. ఉదాహరణకు యురేనియమ్ నిక్షేపాలను శిశుయురేనియం మూలకమైన రేడియమ్ నుంచివెలువడిన α-వికిరణాల సహాయంతో కనుక్కొంటారు.

రేడియోధార్మిక పద్ధతులలో నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడానికి రెండు విధాలైన పరికరాలున్నాయి. మొదటిది గైగర్ కౌంటర్ (Geiger Counter) రెండవది సింటిలేషన్ కౌంటర్ (Scintillation Counter). ఈ రెండు పరికరాలు γ-కిరణాలను కనుక్కోవడానికి ఉపయోగిస్తాయి. సింటిలేషన్ కౌంటర్ గైగర్ కౌంటర్ కన్న ఎక్కువ సున్నితమైనది. ప్రతి -కిరణాన్ని ఈ సింటిలేషన్ కౌంటర్ లెక్కగడుతుంది.

రేడియో ధార్మిక ఖనిజాలే కాకుండా శిలలు కూడా γ-కిరణాలను ప్రసారం చేస్తాయి. విశ్వాంతరాళంలో కూడా γ-కిరణాలు ఉన్నాయి. ఈ కారణంగా ప్రతి ప్రదేశంలోనూ పృష్ఠభూమి వికిరణము (Back-ground Radiation)

ఉంటుంది. రేడియో ధార్మిక సర్వేక్షణలు చేసేముందు ఆయా ప్రదేశాలలోని పృష్ఠ భూమి వికిరణాన్ని తెలుసుకోవలె. సర్వేక్షణ గైగర్‌కౌంటర్‌ను చేతిలో ఉంచుకొని నిర్దిష్టమైన దిశలో నడుస్తూ కౌంటర్‌సూచించే విలువలను పరిశీలించవలె. ఏ చోటనైనా రేడియో ధార్మిక వికిరణ పృష్ఠభూమి వికిరణ కన్న హెచ్చుగా ఉన్నప్పుడు ఆ చోటుకు అన్నివైపులా వివరంగా ఈ సర్వేక్షణను జరిపించవలె. గైగర్ కౌంటర్‌లో చూపే విలువ పృష్ఠభూమి కౌంటర్ కన్న రెండు లేదా మూడు రెట్లు ఉన్న సందర్భాలలో మాత్రమే వివరంగా సర్వేక్షణ జరిపించవలె సర్వేక్షణ పూర్తి అయిన తరువాతఒకే వికిరణంగల స్థానాలనన్నీ కలుపుతూ, సమోన్నత రేఖలను గీయవలె. ఈ విధంగా సమోన్నత రేఖలతో తయారు చేసిన పటంలో రేడియోధార్మికత కేంద్రీకరించబడిన స్థానాలు ఏర్పాటుగా తెలుస్తాయి. ఇటువంటి విలువలను వివరణ చేసేటప్పుడు ప్రదేశం భూవిజ్ఞానము, స్థలాకృతి దృష్టిలో ఉంచుకోవలె. ఎందువల్లనంటే బాగాలోతున ఉన్న ధనవంతమైన యురేనియమ్ నిక్షేపాలకన్న ఒకటి రెండు యురేనియమ్ ఖనిజాలుగాని థోరియమ్ ఖనిజాలుగాని ఉన్న పెగ్మటైట్ బహిర్గతం ఎక్కువ రేడియోధార్మికతను చూపుతుంది. ప్రదేశంలోని చిన్న చిన్న కాలువలు, లోయలు తదితర పల్లాలు రేడియోధార్మిక ఖనిజాల కేంద్రీకరణకు తగిన స్థావరాలు. అందువల్ల అటువంటి చోట్ల ప్రత్యేకంగా గైగర్ కౌంటర్‌తో రేడియో ధార్మికతను కనుక్కోవలె.

భూమి ఉపరితలం మీద గైగర్ కౌంటర్‌తో రేడియోధార్మిక సర్వేక్షణను జరిపించవచ్చు. ఇదే విధంగా వాయుమార్గాన పోతూ భూతలంమీది రేడియోధార్మికతను సింటిలేషన్ కౌంటర్ సహాయంతో కనుక్కోవచ్చు. ఇటువంటి పరిస్థితులలో రేడియోధార్మిక విలువలు ఒక కాగితం మీద స్వయంచాలకంగా రికార్డు చేయబడతాయి. ఈ కౌంటర్‌లలో వాడే స్ఫటికాలకు విశ్వాంతరాళపు వికిరణం తగలకుండా తగిన జాగ్రత్తలు తీసుకొంటారు. భూతలం మీదగాని, వాయుమార్గం గుండా గాని చేసిన ఈ సర్వేక్షణల విలువలు ఉపరితలపు పొరలో ఒక మీటర్ వరకు పరిమితమై ఉంటాయి.

నదీలోయలలోను, వాగులలోను, కేంద్రీకృతమై ఉన్న ప్లేసర్ ఖనిజాలలోని రేడియో ధార్మిక ఖనిజాలను గైగర్‌కౌంటర్ సహాయంతో గుర్తించి అవి ఏ మూలంనుంచి కేంద్రీకృతమైనవో తెలుసుకోవచ్చు. ప్లేసర్ నిక్షేపాలలోని రేడియో ధార్మిక ఖనిజాలను గైగర్ కౌంటర్ చూపేవిలువలతో అంచనా వేయవచ్చు.

వాయువాహక (ఎయిర్ బోర్న్) పద్ధతులు

వాయువాహకాల సహాయంతో అయస్కాంత, విద్యుదయస్కాంత, రేడియో ధార్మిక పద్ధతులతో నిక్షేపాన్వేషణ సాగించవచ్చు. భూతలంమీద నిక్షేపాన్వేషణ ఏ సూత్రం ఆధారంగా జరుపుతామో అదే సూత్రం ఆధారంగా వాయువాహక పద్ధతిలో కూడా సర్వేక్షణ జరపడం జరుగుతుంది. వాయువాహక పద్ధతులలో చాలా తక్కువ వ్యవధిలో ఎక్కువ విశాలమైన ప్రదేశంలోని విలువలను సేకరించవచ్చు. సర్వేక్షణ జరపవలసిన ప్రదేశము చాలా పెద్దదయినప్పుడు భూతలంమీద సర్వేక్షణ కన్న వాయువాహక సర్వేక్షణ ఎన్నోరెట్లు లాభదాయకము. ఇదే కాకుండా మూడువిధాలైన (విద్యుత్, విద్యుదయస్కాంత, రేడియోధార్మిక) పద్ధతులలో ఒకే పర్యాయము సర్వేక్షణ జరిపించవచ్చు.

వాయువాహక పద్ధతులతో సర్వేక్షణ జరిపించే ముందు ఏదిశలలో సర్వేక్షణ జరిపించవలెనో, సర్వేక్షణ అంతరాలు ఎంతెంత ఉండవలెనో ముందుగానే నిర్ణయించుకోవలె. ఈ పద్ధతులలో మరొక ముఖ్యమైన విషయము: సర్వేక్షణ కయ్యే ఖర్చులకు వచ్చే ఫలితాలు లాభసాటిగా ఉండేటట్లుగా చూసుకోవలె. సర్వేక్షణ అంతరాలు ఎంత ఎత్తు నుంచి వాయువాహనం పోతుందో దానిమీద కూడా ఆధారపడి ఉంటాయి. 1000 అడుగుల ఎత్తునుంచి జరిపే సర్వేక్షణకు అంతరము 1/4 మైలునుంచి ఒకమైలు వరకుగాని లేదా 500 మీటర్ల నుంచి 2 కిలో మీటర్ల వరకుగాని ఉండవచ్చు. అయస్కాంతపు, రేడియోధార్మిక సర్వేక్షణలు ఎక్కువ ఎత్తునుంచి సాగించవచ్చు. విద్యుదయస్కాంతపు సర్వేక్షణ తక్కువ ఎత్తునుంచి, అంటే 30 నుంచి 150 మీటర్ల వరకుగాని లేదా 100 నుంచి 500 అడుగుల వరకుగాని జరిపించవలె. ఈ సందర్భాలలో సర్వేక్షణ అంతరాలు 125-250 మీటర్లు గాని 400-1000 అడుగులుగాని ఉండవలె. ఈ పద్ధతిలో నిక్షేపాన్వేషణ కోసం సర్వేక్షణ జరిపించేటప్పుడు వాయుమార్గం గుండా తీసిన ఫోటోగ్రాఫ్‌లలోని స్థలాకృతని, మరిఇతర వివరాలను ఆధారంగా తీసుకొంటే సర్వేక్షణ చాలాసుకరంగా ఉంటుంది. సర్వేక్షణలో భూభౌతిక విలువలతో బాటు వాయువాహనపు ఎత్తు కూడా రికార్డు చేయవలె.

వాయువాహక పద్ధతిలో భూభౌతిక విలువలు సరిగా ఏ స్థానాలకు సంబంధించినవో చెప్పడానికి కొన్ని పరిమితులున్నాయి. ఈ పద్ధతిలో మనము సేకరించే అనంగతాలు భూతలం మీద సేకరించిన అనంగతాల మాదిరి

వివరంగా ఉండవు. ఈ కారణంగా కేవలం వాయువాహక పద్ధతులలో సేకరించిన ఫలితాలను ఆధారంగా చేసుకొని నిక్షేపాన్వేషణకు భూమి మీద తవ్వకాలు ప్రారంభించరాదు. భూతలం మీది సర్వేక్షణలోని విలువల సహాయంతో వాయు వాహక పద్ధతిలోని విలువలను రూఢి చేసుకొన్న తరవాతనే వివరంగా నిక్షేపాన్వేషణకు ఉపక్రమించవలె.

భూభౌతిక పద్ధతులు - పరిమితులు

ప్రతి భూభౌతిక పద్ధతికీ కొన్ని పరిమితులున్నాయి. చాలా సందర్భాలలో ఒకే భూభౌతిక పద్ధతి ఆధారం చేసుకొని నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం అంతసులభం కాకపోవచ్చు. రెండు గాని అంతకు ఎక్కువగాని పద్ధతులను ఉపయోగించి నిక్షేపాన్వేషణ జరిపించడం చాలా మంచిది. ఏ పద్ధతులు, ఎన్ని పద్ధతులు ఉపయోగంలోకి తీసుకోవలె అనే విషయం స్థానిక స్థలాకృతి మీద, భూ విజ్ఞానం మీద, ఖనిజ సంఘటనం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. దీనికి తోడు ఆర్థికంగా ఎంతవరకు లాభదాయకమో కూడా ఆలోచించవలె. ఈ విషయంలో మనము ముందుగా తయారు చేసుకొన్న నియమాల కన్న అనుభవము, విచక్షణ ఎక్కువ సహాయకారులుగా ఉంటాయి.

భూ భౌతిక పద్ధతులలో ఒకే పద్ధతిలో సేకరించిన ఫలితాలు వివరణ చేసేకన్న వాటికి మరొక పద్ధతితో సేకరించిన ఫలితాలను జోడించి వివరణ చేయడం చాలా లాభదాయకమని చెప్పడానికి ఈ దిగువ కొన్ని ఉదాహరణలు ఇవ్వడం జరిగింది.

అయస్కాంతపు అసంగతాల సహాయంతో అయస్కాంత నిక్షేపాలున్నవని చెప్పగలము కాని అవి మాగ్నటైట్ నిక్షేపాలా? లేదా పిర్హొటైట్ నిక్షేపాలా అనిచెప్పలేము. దీనికి సెల్ఫ్‌పొటెన్షల్ పద్ధతి జోడించినట్లయితే పిర్హొటైట్ ఉన్నదోలేదో చెప్పగలము.

భూమి పొరదిగువ భాగంలో వివిధ రకాలయిన విద్యుద్వాహక నిక్షేపాలు ఎక్కువ సంఖ్యలో ఉన్నట్లయితే విద్యుదయస్కాంత పద్ధతిలో వీటన్నింటినీ గుర్తు పట్టడం సాధ్యంకాదు. దీనికి తోడు నిరోధకత సర్వేక్షణ (Resistivity Survey) జరిపిస్తే అది సాధ్యమవుతుంది.

విద్యుత్ పద్ధతిలోని అసంగతాలు సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల వల్ల ఏర్పడినవా లేదా సంక్లిష్ట శిలా పదార్థం వల్ల ఏర్పడినవా ? అనేది చెప్పడం కష్టము. దీనికి తోడు అయస్కాంత సర్వేక్షణ జరిపిస్తే సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలున్నవో లేదో చెప్పవచ్చు. ఎందువల్ల నంటే చాలాచోట్ల సల్ఫైడ్ నిక్షేపాలలో అయస్కాంత ధర్మమున్న పిర్హొటైట్ ఉంటుంది.

విద్యుదయస్కాంత సర్వేక్షణలో గుర్తించ బడిన సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల పరిమాణం చెప్పడానికి గురుత్వాకర్షణ పద్ధతులు సహాయ పడతాయి.

పైన పేర్కొన్న భూభౌతిక పద్ధతులలో ఒకటి గాని అంతకు హెచ్చుగాని పద్ధతులలో అంతరిక్షంలో తిరుగుతున్న కృత్రిమ ఉపగ్రహం నుంచి కూడా సర్వేక్షణ జరిపించవచ్చు. ఉపగ్రహము భూమికి చాలాఎత్తున ఉంటుంది. కాబట్టి సర్వేక్షణకు వాడే పరికరాలు చాలా సున్నితమయినవి, శక్తిమంతమైనవి అయి ఉండవలె.

ఉపగ్రహపు సహాయంతో సేకరించిన ఫలితాలకు భూతలంమీద సేకరించిన ఫలితాలనుచేర్చి వివరణ చేసిన తరువాతనే నిక్షేపాన్వేషణకు ప్రయత్నాలు ప్రారంభించవలె.

రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతి

ఆధునిక యుగంలో విజ్ఞానాభివృద్ధితో బాటు అన్వేషణ పద్ధతులు కూడా అభివృద్ధి చెందినాయి. ఈ విధంగా రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతి ద్వారా నిక్షేపాన్వేషణ జరపడానికి ప్రయత్నాలు సాగుతున్నాయి. ఈ పద్ధతి ఇంకా ప్రారంభదశలోనే ఉంది. అయినప్పటికీ ముందు ముందు ఈ పద్ధతి ఎక్కువ వాడుకలోకి రావడానికి చాలా అవకాశాలున్నాయి. ఈ పద్ధతిలో శిలల, ఖనిజ స్వరూపాల సంఘటన, సాంద్రత, వయనము, ఉష్ణోగ్రత, వాటిలోని తేమ మొదలైన వాటిని ఈ స్వరూపాలు పరావర్తించే విద్యుదయస్కాంత వికిరణాల సహాయంతో రికార్డ్ చేయవచ్చు. పరావర్తనం చెందే విద్యుదయస్కాంత వికిరణాల తరంగదైర్ఘ్యము (Wave Length) వర్ణపటంలో అతినీలలోహిత ప్రాంతం (Ultra-Violet Region) నుంచి సూక్ష్మతరంగ ప్రాంతం (Micro-Wave Region) వరకు ఉంటుంది.

రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతుల సహాయంతో ఖనిజ నిక్షేపాన్వేషణకు మూలాధారమైన ప్రాంతీయ సర్వేక్షణను జరిపించవచ్చు. వాయువాహకాల సహాయంతోగాని, అంతరిక్షంలోని ఉపగ్రహాల సహాయంతోగాని ఈ రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతులు ఉపయోగించుకోవచ్చు. ఈ పద్ధతులను మామూలు భూ విజ్ఞాన శాస్త్రి పద్ధతులతో జతపరిచినట్లయితే విషయసేకరణ మరింత సులభతరమవుతుంది. అంతరిక్షం నుంచి ఉపగ్రహం సహాయంతో తీసిన ఫోటోగ్రాఫ్‌ల నుంచి ఎక్కువ విస్తీర్ణమున్న ప్రాంతాల ప్రాంతీయ నిర్మితులను, శిలా స్వరూపాలను అర్థంచేసుకోవడం చాలా సులభసాధ్యమవుతుంది. బహువర్ణపట (Multi-Spectral) ఫోటోగ్రఫీ సహాయంతోను, రాడారు ప్రతిబింబ సహాయంతోను శిలాస్వరూపాల అశ్మ విజ్ఞాన మార్పులను, నిర్మితులను ఎక్కువ విశదంగా తెలుసుకోవచ్చు. నిక్షేపాన్వేషణలో రాడారు సహాయంతో ఖనిజ సముదాయాలున్న భ్రంశమండలాలనూ, నైసర్గిక స్వరూప ఖనిజ మార్గ దర్శకాలను, పటలను, శిలా స్వరూపాల స్పర్శలనూ గుర్తించ వచ్చు. భ్రంశమండలాలను శిలా స్పర్శలను, ఆక్సీకరణ మండలాలను "థర్మల్ ఇమేజరీ (Thermal Imagery)" సహాయంతో కూడా గుర్తించవచ్చు. వృక్ష భూరసాయనిక నిక్షేపాన్వేషణలో (Bio-Geochemical Prospecting) మొక్కలలోని మార్పులు ఏ విధంగా ఉన్నాయో తెలుసుకోవలె కదా! ఖనిజీకృత ప్రాంతంలో పెరుగుతున్న ఒకే రకపు మొక్కల ఆకుల సముదాయంలోని మార్పులను బహు వర్ణపట ఫోటోగ్రఫీ సహాయంతో కనుక్కోవచ్చు. రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతుల సహాయంతో మనము కనుక్కోలేనివి ఈ కింద పేర్కొనబడిన ఖనిజ మార్గ దర్శకాలు: లోహోద్భవ ఉపయుగాల (Metallogenetic Epochs) కు ఖనిజ నిక్షేపాలకున్న వయోసంబంధం (age-relationship), ఖనిజ కేంద్రీకరణకు అనుకూలమైన భూత వర్తమాన వాతావరణ పరిస్థితులు, అంతర్భౌమ జలాలలోని లోహపరిమాణము, ఆక్సీకరణ అవతరణము (oxidational Subsidence) గుర్తించడం, కుడ్యశిలాశైథిల్యము (Wall Rock alteration), హైపోజీన్ మండలీకరణ (Hypogene Zoning) ద్రావణీయాల రహదారులను సూచించే ఖనిజ మార్గ దర్శకాలు.

ఉపగ్రహాల సహాయంతో పరిశోధనలు ఇంకా ప్రారంభదశలోనే ఉన్నాయి. ముందు ముందు ఈ పరిశోధనలు ఎక్కువ ప్రాముఖ్యం వహించడానికి అవకాశాలున్నాయి. రిమోట్ సెన్సింగ్ పద్ధతులు రానున్న కాలంలో వివిధ పరిణామాలు చెంది నిక్షేపాన్వేషణకు ఎక్కువ ఉపయోగకారిగా ఉంటుందనడానికి ఏ మాత్రం సందేహంలేదు.

ముగింపు

ఖనిజ నిక్షేపాలను వెదకడానికి మొదట్లో కొన్ని గుర్తుల సహాయం తీసు కొనేవారు. తరవాత భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర పద్ధతులు విరివిగా వాడుకలోకి వచ్చినాయి. ఆ తరవాత భూరసాయనిక పద్ధతులు, భూభౌతిక పద్ధతులు అమలులోకి వచ్చి నాయి. నిక్షేపాన్వేషణ పద్ధతులు ఎక్కువయినకొద్దీ కొత్త నిక్షేపాల ఉనికిని కనుక్కోవడం సులభమయింది. ఈ విధంగా కొత్త కొత్త నిక్షేపాలు బయట పడటంతో వాటిని వెలికి తీసి వాడటం కూడా ఇంతకు ముందెన్నడూ కనీవినీ ఎరుగని వేగంతో జరుగుతుంది. దీని ఫలితము భూతలంమీదను, అంతర్భాగంలోను ఉన్న ఖనిజనిక్షేపాలు హరించుకొని పోవడం చాలా తొందరగా జరుగుతుంది. ఈ విధంగా భూమిమీది ఖనిజసంపద తరిగి పోయినప్పుడు ఇన్నినాళ్ళుగా ఖనిజాల మీద ఆధారపడిన మానవుడు ఏమి చేయవలె? రానున్న ఖనిజసంక్షోభం నుంచి తప్పించు కోవడానికి మానవుడు ఇప్పటినుంచీ సముద్ర జలాల నుంచి, సముద్రపు అడుగున భూతలంనుంచి, భూ అంతర్భాగం నుంచి ఖనిజాలను సేకరించడానికి విశ్వ ప్రయత్నాలు చేస్తున్నాడు. ఈ విధమైన ప్రయత్నాలలో ఫలవంతమైనది సముద్రం అడుగున ఉన్న శిలల నుంచి చమురును తవ్వి తీయడం. సముద్రపు నీటిలో అనేక లోహాలున్నాయి. సముద్రపు లోతులలో భూతలం మీద ఖనిజాలు న్నాయి. వీటిని సేకరించవలెనంటే వీటి అన్వేషణ కొత్త పద్ధతుల సహాయంతో చేయవలె. తరవాత వాటిని బయటకు తీయడానికి గాని, కేంద్రీకరించడానికి గాని ఆర్థికంగా లాభసాటిగా ఉండే పద్ధతులు కనిపెట్టవలె. అప్పుడు మరికొంత కాలం మానవుడు ఖనిజ సంపదమీద ఆధారపడి మనుగడ సాగించవచ్చు. శాస్త్రపురోభివృద్ధితో బాటు ఇవన్నీ జరగడానికి అవకాశముందని చెప్పడం అతిశ యోక్తి కాదు. భూ అంతర్భాగంలో సముద్ర జలాలలోను, సముద్రగర్భంలోని శిలలలో ఉన్న ఖనిజ నిక్షేపాలన్నీ హరించుకొని పోయినప్పుడు మానవుడు మరో గ్రహం నుంచి ఖనిజాలను సేకరించడం అంతకష్టం కాకపోవచ్చు. ఆ తరుణం రాకమానదు.